

Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção

**UMA METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO PONTO  
ECONÔMICO DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE  
TRANSPORTE**

Adriano Araujo de Lima

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da  
Universidade Federal De Santa Catarina  
como requisito parcial para obtenção  
do título de Mestre em  
Engenharia de Produção

Florianópolis

2002

Adriano Araujo de Lima

**UMA METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO PONTO ECONÔMICO  
DE SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE – APLICAÇÃO  
À FROTAS COMPOSTAS POR EQUIPAMENTOS COM IDADES  
HETEROGÊNEAS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a  
obtenção do título de **Mestre em Engenharia de  
Produção** no **Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção** da  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 26 de março de 2002.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.  
Coordenador PPGE

BANCA EXAMINADORA

-----  
Prof. Eunice Passaglia, Dr.  
Orientador

-----  
Prof. Amir Mattar Valente, Dr.

-----  
Prof. Antonio Galvão Novaes, Dr.

A minha mãe Maria José,  
pelo exemplo de mulher e pelo apoio constante.  
Ao meu filho Leonardo Catapan de Lima,  
que Deus sempre o ilumine.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, pela oportunidade oferecida através da realização deste programa de pós-graduação;

À Companhia Paranaense de Energia - COPEL, pelo apoio financeiro, dados da pesquisa e por acreditar no aperfeiçoamento e crescimento de seus profissionais;

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eunice Passaglia, pela valorosa orientação e apoio prestado na orientação desta pesquisa;

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR, pelo auxílio no período de conclusão dos créditos;

A todos os parentes e amigos que me incentivaram ajudando a superar as dificuldades e concluir esse trabalho;

Em especial aos amigos da Equipe de Transporte da Copel Distribuição - EQTRP, pela paciência e apoio no decorrer dessa importante etapa da minha vida;

E à Deus, por nos dar força, saúde e por sempre iluminar o nosso caminho.

*"O mundo que Deus nos deu  
é mais do que suficiente.  
É só uma questão de  
reparti-lo bem, sem egoísmo".*

Madre Teresa de Calcutá

## SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>p.x</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>p.xi</b>
<b>Lista de Reduções .....</b>	<b>p.xiii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>p.xiv</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>p.xv</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>p.1</b>
1.1 Aspectos Gerais .....	p.1
1.2 Durabilidade do Equipamento de Transporte .....	p.2
1.3 A Influência dos Custos na Tomada de Decisão .....	p.3
1.4 O Momento Certo de Substituir .....	p.4
1.5 Histórico do Problema .....	p.6
1.6 Objetivos do Trabalho .....	p.8
1.7 Justificativa .....	p.10
1.8 Estrutura do Trabalho .....	p.10
<b>2 Renovação de Frota .....</b>	<b>p.12</b>
2.1 Conceitos de Matemática Financeira e Engenharia Econômica ....	p.12
2.1.1 Juros .....	p.12
2.1.1.1 Juros Simples .....	p.13
2.1.1.2 Juros Compostos .....	p.13
2.1.2 Fluxo de Caixa - Simbologia .....	p.14
2.1.3 Relações de Equivalência .....	p.14
2.1.3.1 Relação entre Valor Presente (P) e Valor Futuro (F) .....	p.15
2.1.3.2 Relação entre Valor Presente (P) e Série Uniforme (A) .....	p.16
2.1.3.3 Relação entre Valor Futuro (F) e Série Uniforme (A) .....	p.17
2.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	p.18
2.1.5 Taxa de Mínima Atratividade (TMA) .....	p.18
2.1.6 Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) .....	p.19
2.1.7 Método do Valor Presente (VP) .....	p.20

2.1.8	Método da Taxa Interna de Retorno .....	p.20
2.2	Ponto Econômico de Substituição e Vida Útil Econômica .....	p.21
2.3	Custos Operacionais .....	p.22
2.3.1	Classificação Quanto à Variação com a Utilização .....	p.23
2.3.1.1	Custos Fixos .....	p.23
2.3.1.2	Custos Variáveis .....	p.23
2.3.2	Classificação Quanto à Influência nos Cálculos .....	p.24
2.3.2.1	Custos Relevantes .....	p.24
2.3.2.2	Custos Pouco Relevantes .....	p.24
2.3.2.3	Custos Distorcivos .....	p.25
2.3.2.4	Custos Irrelevantes .....	p.25
2.3.3	Classificação Quanto à Função .....	p.26
2.3.3.1	Custos de Ter (Possuir) .....	p.26
2.3.3.2	Custos de Manter .....	p.26
2.3.3.3	Custos de Operar .....	p.26
2.3.3.4	Custos Outros .....	p.27
2.3.4	Custos de Manutenção .....	p.27
2.3.5	Custos de Paralisação por Manutenção .....	p.29
2.3.6	Depreciação .....	p.30
2.3.7	Remuneração de Capital .....	p.31
2.4	Definição Matemática do Ponto Econômico de Substituição .....	p.32
2.5	Método dos Custos Médios por Período .....	p.35
2.5.1	Efeito da Variação do Valor de Mercado (Revenda) na Determinação do Ponto Econômico de Substituição .....	p.38
2.5.2	Efeito da Variação da Taxa de Juros na Determinação do Ponto Econômico de Substituição .....	p.41
2.5.3	Tempo de Uso Expresso em Quilometragem .....	p.44
2.6	Método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) .....	p.44
2.7	Comparação entre o Método dos Custos Médios por Período e o Método do Custo Anual Uniforme Equivalente .....	p.57
<b>3</b>	<b>Metodologia para Determinação dos Parâmetros de Substituição</b> .....	p.60
3.1	Introdução .....	p.60

3.2	Composição da Frota .....	p.69
3.3	Relatório de Dados .....	p.71
3.4	Custo de Posse (ou Custo de Ter) .....	p.78
3.5	Quilometragem Normalizada .....	p.81
3.6	Custo de Manutenção Normalizado .....	p.84
3.7	Custo de Paralisação .....	p.87
3.8	Custo Total Anual e Custo Médio Anual .....	p.90
3.9	Parâmetros de Substituição .....	p.92
3.9.1	Comentários .....	p.92
<b>4</b>	<b>Definição do Lote de Substituição de Veículos da Frota de Uma</b>	
	<b>Empresa de Distribuição de Energia.....</b>	<b>p.94</b>
4.1	Introdução .....	p.94
4.2	Composição da Frota da Empresa Pesquisada .....	p.95
4.3	Abordagem do Problema .....	p.96
4.3.1	Divisão e Subdivisão da Frota .....	p.97
4.3.2	Relatório de Dados .....	p.98
4.3.3	Custo de Posse .....	p.101
4.3.4	Quilometragem Rodada Normalizada .....	p.104
4.3.5	Custo de Manutenção Normalizado .....	p.107
4.3.6	Custo de Paralisação .....	p.111
4.3.7	Custo Total Anual e Custo Médio Anual .....	p.113
4.3.8	Parâmetros de Substituição .....	p.115
4.3.8.1	Primeiro Parâmetro: Quilometragem Acumulada .....	p.116
4.3.8.2	Segundo Parâmetro: Ano de Fabricação .....	p.117
4.3.8.3	Terceiro Parâmetro: Custo de Manutenção por Quilômetro .....	p.117
4.3.9	Composição do Lote Econômico de Substituição .....	p.119
4.3.10	Inspeção Veicular para Montagem do Lote de Substituição .....	p.123
4.3.11	Elaboração do Fluxo de Caixa para Avaliação do Projeto .....	p.125
4.3.11.1	Entradas .....	p.126
4.3.11.2	Saídas .....	p.135
4.3.12	Conclusão do Estudo de Caso .....	p.140



<b>5 Conclusões e Recomendações.....</b>	<b>p.142</b>
5.1 Conclusões.....	p.142
5.2 Recomendações .....	p.145
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>p.148</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1:	Diagrama de Fluxo de Caixa .....	p.14
Figura 2.2:	Representação Gráfica do Ponto Econômico de Substituição Através da Aplicação do Método dos Custos Médios por Período .....	p.37
Figura 2.3:	Representação Gráfica do Efeito da Variação do Valor de Mercado na Determinação do Ponto Econômico de Substituição .....	p.40
Figura 2.4:	Representação Gráfica do Efeito da Variação da Taxa de Juros na Determinação do Ponto Econômico de Substituição ....	p.43
Figura 2.5:	Representação Gráfica do Ponto Econômico de Substituição, Determinado Através do Método do Custo Anual Uniforme Equivalente .....	p.56
Figura 2.6:	Representação Gráfica dos Resultados da Aplicação do Método dos Custos Médios por Período, aos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.5 .....	p.59
Figura 3.1:	Dispersão dos Custos Unitários de Manutenção ao Longo dos Anos de Uso .....	p.68
Figura 4.1:	Ponto Econômico de Substituição - Automóvel de Passageiros Pequenos .....	p.116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Exemplo de Aplicação do Método dos Custos Médios por Período .....	p.35
Tabela 2.2: Exemplo do Efeito da Variação do Valor de Mercado (Revenda) na Determinação do Ponto Econômico de Substituição ....	p.39
Tabela 2.3: Aplicação da Taxa de Juros de 12% a.a. no Cálculo da Remuneração de Capital dos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.1 .....	p.41
Tabela 2.4: Efeito da Variação da Taxa de Juros de 6% a.a. para 12% a.a. nos Custos Totais e Médios .....	p.42
Tabela 2.5: Exemplo de Aplicação do Método do Custo Anual Uniforme Equivalente .....	p.52
Tabela 2.6: Resultados Obtidos Aplicando-se o Método do Custo Anual Uniforme Equivalente, aos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.5 .....	p.55
Tabela 2.7: Aplicação do Método dos Custos por Período aos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.5 .....	p.58
Tabela 3.1: Exemplo Frota com Idades Médias Heterogêneas .....	p.66
Tabela 3.2: <i>Layout</i> Relatório de Dados .....	p.72
Tabela 3.3: Custo de Posse .....	p.79
Tabela 3.4: Quilometragem Normalizada .....	p.82
Tabela 3.5: Custo de Manutenção Normalizado .....	p.85
Tabela 3.6: Custo de Paralisação .....	p.89
Tabela 3.7: Custo Total Anual e Custo Médio Anual .....	p.91
Tabela 4.1: Composição da Frota de Veículos da Empresa Pesquisada .....	p.96
Tabela 4.2: Divisão da Frota em Categorias e Subcategorias .....	p.98
Tabela 4.3: Relatório de Dados - Automóveis de Passageiros Pequenos .....	p.100
Tabela 4.4: Custo de Posse - Automóveis de Passageiros Pequenos .	p.103

Tabela 4.5: Quilometragem por Veículo Normalizada - Automóveis de Passageiros Pequenos .....	p.105
Tabela 4.6: Dados para Ajustamento da Exponencial - Quilometragem por Veículo Normalizada .....	p.106
Tabela 4.7: Custo de Manutenção Normalizado - Automóvel de Passageiros Pequenos .....	p.109
Tabela 4.8: Dados para Ajustamento da Exponencial – Custo de Manutenção Normalizado .....	p.110
Tabela 4.9: Custo de Paralisação - Automóvel de Passageiros Pequenos .....	p.113
Tabela 4.10: Custo Total e Custo Médio - Automóvel de Passageiros Pequenos .....	p.114
Tabela 4.11: Resultado da Pesquisa do Sistema Informatizado .....	p.120
Tabela 4.12: Custo de Combustível Normalizado - Automóvel de Passageiros Pequenos .....	p.131
Tabela 4.13: Dados para Ajustamento da Exponencial - Custo de Combustível Normalizado .....	p.132

## LISTA DE REDUÇÕES

### Abreviaturas

acum.	=	acumulado (a)
comb.	=	combustível
corret.	=	corretiva
deprec.	=	depreciação
eqpto.	=	equipamento
fabric.	=	fabricação
km	=	quilômetro
manut.	=	manutenção
merc.	=	mercado
norm.	=	normalizado (a)
paralis.	=	paralisação
prev.	=	preventiva
qtde.	=	quantidade
quilom.	=	quilometragem
remun.	=	remuneração
reven.	=	revenda
veic.	=	veículo

## RESUMO

Nas empresas prestadoras de serviço como distribuição de energia, telefonia e saneamento, é indiscutível a importância da frota para realização das mais diversas tarefas junto aos consumidores. No entanto, ter e manter a frota, implica em elevados custos para as empresas.

Nesse contexto, um assunto sempre polêmico e cercado de paradigmas é a renovação de frota. Por envolver elevados valores monetários é necessário que o gestor da frota tenha forte argumentação para conseguir junto à área financeira da empresa os recursos necessários à renovação.

Esse trabalho tem como objetivo principal apresentar uma metodologia para o cálculo do ponto econômico de substituição dos equipamentos de transporte que compõem a frota, com base nos custos de ter e manter a frota e também em critérios técnicos.

O grande diferencial dessa metodologia em comparação a outras que tratam do assunto, é que os cálculos são feitos sobre o histórico de custos relativos a um período de doze meses, observando-se uma característica peculiar na maioria das frotas das empresas prestadoras de serviços que é a heterogeneidade de idades (anos de uso) dos veículos que as compõe.

A metodologia proposta é aplicada em um estudo de caso de uma empresa distribuidora de energia, evidenciando a importância de argumentos econômicos e técnicos na elaboração do projeto de renovação da frota.

## **ABSTRACT**

In power distribution, telephone, and water/sewage utilities, the importance of the fleet of motor vehicles for the performance of a wide range of tasks is beyond any discussion. Having and maintaining such a fleet, however, entail quite high costs.

On that assumption, the replacement of motor vehicles in a fleet — an issue surrounded by paradigms — is always probable to arise a great deal of controversy. Thus, since that action involves significant money amounts, the fleet manager is required to put forward the most convincing arguments for the renewal, as to secure the necessary financial resources.

The main aim of this paper, then, is to present a methodology for the calculation of the break even point for the replacement of motor vehicle units in a fleet, taking into account both the costs for having and maintaining the fleet, and technical criteria.

The relevant difference between the proposed methodology and others of the same nature is that the calculations are made by considering the historical records of related costs in a twelve-month span, in the light of a very common feature among vehicles of public utilities: their uneven age.

Such methodology was applied in a case study — a power distribution utility — showing how effective strong economical and technical arguments can be for the development of a fleet renewal project.

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

### **1.1 Aspectos Gerais**

Para realizar suas atividades, desde as mais simples até as mais complexas, é bastante comum que as empresas, além da mão-de-obra, utilizem também alguns tipos de equipamentos.

Assim, uma empresa de informática utiliza microcomputadores; uma empresa de usinagem utiliza máquinas operatrizes; uma transportadora utiliza veículos ou equipamentos de transporte em geral; para distribuir energia a uma região, a empresa distribuidora utiliza-se de diversos equipamentos desde os postes, cabos e transformadores até seus veículos providos de equipamentos diversos responsáveis pela implementação e manutenção das redes de distribuição; e assim por diante.

Esses equipamentos não são viáveis para sempre. Em alguns casos, como os equipamentos de informática, grandes e rápidas mudanças tecnológicas os tornam funcionalmente obsoletos e, mesmo o equipamento apresentando boas condições operacionais (aparentemente novo), deverá ser substituído por um mais moderno permitindo que a empresa acompanhe a evolução do mercado em que atua.

Em casos como os equipamentos de transporte, foco de nosso estudo daqui por diante, a necessidade de substituição dá-se normalmente em função do desgaste dos componentes mecânicos (motor, transmissão, suspensão,



etc.) que ocorre com o uso.

Conforme VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES (1997), apesar das ações da indústria automobilística no sentido de melhorar o desempenho e a confiabilidade de seus produtos, muitas das implementações não chegam a gerar uma obsolescência tecnológica dos equipamentos mais antigos.

Cabe esclarecer que nessa dissertação entende-se por equipamento de transporte os veículos automotores, reboques, tratores, barcos, aeronaves, veículos especiais e equipamentos montados sobre veículos, tais como: guindastes, hidroelevadores e outros dessa natureza. Porém, em virtude das frotas a que estaremos nos referindo, serem na sua maioria compostas por veículos automotores, em muitas situações desse trabalho utilizaremos a palavra veículo em substituição a equipamento de transporte.

## **1.2 Durabilidade do Equipamento de Transporte**

Algumas ações internas das empresas detentoras de frota também podem fazer com que seus equipamentos de transporte durem por muito tempo e continuem desempenhando satisfatoriamente suas funções.

Exemplo disso são as empresas que adotam políticas de treinamento e conscientização, visando que condutores (operadores) utilizem os equipamentos de transporte de forma adequada contribuindo para conservação dos mesmos e para sua própria segurança.

Outro dos principais fatores que irá influenciar na durabilidade do equipamento de transporte será a adoção, por parte da empresa, de uma política de manutenção adequada associada a uma sistemática de manutenção

eficiente (manutenção preventiva, planos de manutenção, prazos, etc.).

Lembramos que fazer ou não a manutenção é a primeira das políticas. Pouco adiantará a empresa adotar a política de fazer manutenção se sua sistemática não for eficiente e não estiver de acordo com as exigências do fabricante do equipamento associada às condições de uso do mesmo.

As reformas também podem prolongar significativamente o ciclo de vida de um equipamento de transporte.

### **1.3 A Influência dos Custos na Tomada de Decisão**

Tanto as manutenções quanto as reformas procuram trazer o equipamento de transporte o mais próximo possível das condições que apresentava quando novo. No entanto, com o passar do tempo e o conseqüente desgaste do equipamento em função de seu uso, as manutenções tendem a tornar-se cada vez mais dispendiosas. O mesmo pode-se dizer das reformas, que em alguns casos, atingem custos superiores ao valor de mercado do equipamento que está sendo reformado.

Quando dizemos que as manutenções tendem a tornar-se cada vez mais dispendiosas, não podemos deixar de considerar a parcela de custo gerada pelo tempo de indisponibilidade do equipamento quando parado em oficina para realização da manutenção. A indisponibilidade poderá exigir a contratação de equipamentos de terceiros (locação) que acarretará custos extras para a empresa.

Alguns custos intangíveis também podem ser mencionados como o aumento do tempo para atendimento ao cliente em função da falta de veículo e

o conseqüente prejuízo à imagem da empresa. Também é verdade que o moral das equipes tendem a melhorar quando adequadamente equipadas para realização de suas tarefas.

Considerando-se o equipamento de transporte não como um centro de custos, como normalmente acontece, e sim como um centro de resultados, há que se considerar ainda que o mesmo deixa de produzir receita quando está parado na oficina.

Observa-se que o aumento de custos conduz a uma situação de inviabilidade econômica. Portanto, deve existir um momento certo para a substituição do equipamento de transporte que nada tem a ver com o fato de que o equipamento atual ainda consiga desempenhar sua função por mais tempo.

Vimos que é possível prolongar significativamente a vida de um equipamento de transporte através de reformas constantes. Segundo VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES (1997), a pergunta é se isso seria razoável considerando-se uma visão econômica, sem qualquer sentimentalismo? O que é mais importante para a empresa: uma sobrevida forçada para o equipamento de transporte com custos elevadíssimos e produtividade cada vez menor, ou a troca do mesmo na data mais adequada?

## **1.4 O Momento Certo de Substituir**

Muitos gestores de transportes enfrentam a difícil tarefa de controlarem e reduzirem custos.

Os custos de manutenção e os custos com combustíveis, dois dos

principais componentes dos custos variáveis e operacionais de uma frota, apresentam tendência de crescimento. Os primeiros em função do desgaste dos componentes mecânicos dos equipamentos de transporte com a idade e os outros em virtude da atual tendência de aumento dos derivados de petróleo.

Portanto, reduzir esses custos parece uma missão quase impossível. Na verdade, a preocupação não deve ser somente com a redução e sim com o controle adequado dos custos, afim de que fiquem dentro de patamares estimados e aceitáveis.

Neste ponto é fundamental destacar a importância da renovação (substituição) de frota no controle dos custos que tendem a sempre crescer. Quando substituímos veículos de uma frota, é fato de que os custos variáveis com manutenção tendem a diminuir em virtude dos veículos novos gastarem bem menos do que os veículos substituídos vinham gastando. Caso os veículos que irão ser adquiridos sejam mais econômicos do ponto de vista de combustível (por exemplo, veículos à gasolina substituídos por veículos a diesel), também pode-se esperar uma redução dos custos variáveis com combustível.

Segundo MERCEDES BENZ (1988), a renovação de frota é assunto polêmico e muitas fontes consultadas comentam o fato de que os gestores de transportes enfrentam esta questão e perguntam-se muitas e muitas vezes quando e como saber se está na hora certa de trocar o equipamento de transporte.

Para que o gestor possa ter sucesso em um projeto de renovação de frota, obtendo junto à área financeira da empresa a liberação dos recursos

necessários, é fundamental ter critérios que sejam claros e possuam conteúdo técnico.

Conforme VOLKSWAGEN (1987), a metodologia adotada para determinar o melhor momento de substituir o equipamento de transporte, passa a ter importância fundamental na tomada de decisão. A escolha dessa deve levar em consideração aspectos que vão desde o grau de dificuldade até a confiabilidade dos resultados.

Poucas bibliografias tratam especificamente sobre metodologias aplicadas à renovação de frota. A maioria utiliza conceitos de matemática financeira e engenharia econômica aplicados aos dados históricos dos custos operacionais da frota ou estimativa destes, conforme elucidaremos no Capítulo 2 dessa dissertação.

## **1.5 Histórico do Problema**

A princípio pode-se imaginar que a questão da renovação de frota seja tópico de discussão somente entre empresas transportadoras em geral e que normalmente administram grandes frotas.

No entanto, existem grandes frotistas cuja atividade principal não está ligada especificamente a transporte de pessoas e/ou materiais. Nesta relação podemos citar as empresas prestadoras de serviço como distribuição de energia, telefonia e saneamento, que possuem grandes frotas de veículos equipados com equipamentos diversos indispensáveis a realização das tarefas ligadas ao seu ramo de atividade.

Em ambos os casos o gestor de transportes precisa gerir seus recursos

de forma eficiente visando contribuir para o resultado geral da empresa.

Na Companhia Paranaense de Energia - Copel, empresa responsável pela geração, transmissão e distribuição de energia no Estado do Paraná, atuo como engenheiro mecânico na área de transporte desde 1994, contribuindo para a gestão de uma frota de aproximadamente dois mil veículos.

Como é de nosso conhecimento as empresas prestadoras de serviços de distribuição de energia, saneamento e telefonia, até pouco tempo eram na sua maioria de domínio estatal. Fatores ligados a restrição orçamentária, falta de uma política bem definida de renovação e as exigências legais para aquisição de equipamentos (licitação), conferem às frotas dessas empresas características peculiares como a heterogeniedade das idades e marcas dos veículos que as compõe.

Alguns desses fatores também contribuem para formação de uma demanda reprimida de veículos que necessitam ser substituídos. Todavia, esta necessidade normalmente é sentida e não calculada. Os veículos têm idade média muito alta, os custos são crescentes e o tempo em oficina é cada vez maior. Um projeto de renovação da frota para apresentação junto à diretoria torna-se indispensável.

Na Companhia Paranaense de Energia - Copel, em 1996 começamos a pesquisar metodologias que permitam calcular com qual idade os veículos devem ser substituídos.

Inicialmente a principal dificuldade enfrentada é que todas as metodologias consultadas baseiam-se nos dados históricos dos custos operacionais da frota e, naquela época, a empresa não possuía dentro do

sistema informatizado de transportes, um módulo específico para apuração desses custos.

Então, a primeira etapa foi elaborar um módulo dentro do sistema informatizado de transporte que permitisse a apuração dos custos operacionais. Após a conclusão dessa etapa, o problema passou a ser a formação dos dados históricos. Em virtude da urgência de apresentação de um projeto de renovação da frota, não havia a menor possibilidade de esperar vários anos para formação desse histórico.

Neste momento começamos a estudar o problema afim de propormos uma metodologia alternativa que aponte o melhor momento de substituir os veículos, utilizando os princípios das metodologias já existentes e que possa ser aplicada a uma frota com dados históricos de no máximo um ano (dados do último ano), sem que isso venha a comprometer os resultados.

Após a definição da metodologia e apuração dos veículos que devem ser substituídos, chamado "lote econômico de substituição", a estratégia engloba uma análise de viabilidade econômica do projeto através da montagem de fluxo de caixa que possibilitasse comparar alternativas para captação dos recursos necessários: investimento com recursos próprios, leasing, locação, etc.

## **1.6 Objetivos do Trabalho**

Essa dissertação tem como objetivo desenvolver uma metodologia que baseada em princípios econômicos e matemáticos, permita definir para uma frota operante composta por veículos de idades heterogêneas, qual o melhor

momento para substituí-los. Este momento será definido como "ponto econômico de substituição".

O fator de diferenciação em relação às metodologias já existentes sobre esse assunto, é que os dados históricos do custo operacional relativos ao último ano, deverão ser suficientes para a determinação do ponto econômico de substituição. Isso traz os seguintes benefícios:

- caso o sistema de apuração dos custos operacionais da frota seja relativamente novo ou por qualquer outro motivo a empresa não possua histórico desses custos, não necessitará esperar vários anos para compor o histórico de custos e posteriormente aplicar a metodologia;
- não há necessidade de fazer estimativas de custos, uma vez que trabalhará sobre uma base firme de um ano de dados históricos que refletem a realidade do que ocorreu com a frota;
- não há necessidade de aplicar índices de correção aos valores de peças, mão-de-obra, valor de mercado, etc., uma vez que no horizonte de um ano considerando economia estável, o impacto de fatores inflacionários pode ser desprezado.

Também será escopo deste trabalho a apresentação e análise dos resultados obtidos, através de um estudo de caso, onde se aplicará a metodologia desenvolvida para definição dos veículos que irão compor o lote econômico de substituição e, ao final, a proposta de composição de um fluxo de caixa para análise da viabilidade econômica da operação de renovação deste lote. Conforme KAPLAN e COOPER (1998), "*Empowerment* sem informações sobre os aspectos econômicos das operações é pura retórica".



## 1.7 Justificativa

Segundo BARRETO (1999), no Brasil o transporte rodoviário de cargas e de passageiros, ocupam lugar de destaque no sistema de transporte nacional e nas empresas prestadoras de serviço (*utility*), como distribuidoras de energia, telefonia, saneamento, etc, essa importância também é marcante.

Independentemente do transporte ser ou não a principal atividade da empresa, sua gestão de forma eficiente visando controle de custos, maior produtividade e qualidade dos serviços oferecidos, com certeza irá contribuir positivamente para o resultado final. Conforme BORNIA (1995) a empresa atual deve buscar constantemente a melhoria dos processos não só através de inovações tecnológicas mas também pela eliminação de desperdícios.

Espera-se que os conhecimentos apresentados nesta dissertação contribuam para que o gestor de transportes possa ter uma postura cada vez mais profissional, preocupando-se com aspectos técnicos que conduzam aos melhores resultados.

## 1.8 Estrutura do Trabalho

Com exceção do presente capítulo, a seguir faz-se um resumo indicativo do conteúdo dos demais capítulos que compõem essa dissertação.

No Capítulo 2, faz-se a revisão bibliográfica sobre renovação de frota objetivando transmitir ao leitor um panorama geral sobre o assunto, através da apresentação das principais metodologias existentes.

No Capítulo 3, discute-se o tema central do trabalho através do

desenvolvimento de metodologia para determinação do ponto econômico de substituição dos veículos de uma frota com idades heterogêneas, aplicando conceitos econômicos e matemáticos aos dados de custos operacionais referentes ao último período (ano).

No Capítulo 4, através de um estudo de caso adotado pela área de transporte da Companhia Paranaense de Energia - Copel, faz-se a aplicação da metodologia proposta no Capítulo 3 acompanhada das observações cabíveis.

No Capítulo 5, faz-se as conclusões e apresentam-se sugestões para próximos trabalhos.

Finalmente, têm-se as referências bibliográficas.

## **CAPÍTULO 2**

### **RENOVAÇÃO DE FROTA**

#### **2.1 Conceitos de Matemática Financeira e Engenharia Econômica**

Muitos pontos das metodologias apresentadas nesse trabalho utilizam conhecimentos de matemática financeira e engenharia econômica. Para um melhor entendimento o leitor deverá dominar os principais conceitos que serão utilizados, conforme os que apresentamos a seguir.

Conforme CASAROTTO e KOPITKE (1994), matemática financeira é a ciência que descreve as relações do binômio tempo e dinheiro, posto que "tempo é dinheiro", como assegura a conhecida máxima.

##### **2.1.1 Juros**

Pode-se definir como o quanto se paga pela oportunidade de dispor de um capital durante determinado tempo, ou, como a remuneração ou o custo do capital empregado.

Os juros existem devido a vários fatores, entre os quais incluem-se:

- inflação: a diminuição do poder aquisitivo da moeda exige que o investimento produza retorno maior que o capital investido;
- utilidade: investir significa deixar de consumir hoje para consumir amanhã, o que é atraente somente quando o capital recebe remuneração adequada;

- risco: não se pode deixar de considerar a possibilidade do investimento não corresponder às estimativas;
- oportunidade: os recursos disponíveis para investir são limitados, por isso, ao se aceitar determinado projeto perde-se a oportunidade de ganhos em outros; portanto, é preciso que o retorno do primeiro seja satisfatório.

#### 2.1.1.1 Juros Simples

Quando os juros incidentes são simples, apenas o principal rende juros, isto é, os juros são diretamente proporcionais ao capital emprestado (aumentam linearmente com o número de períodos).

$$F = P \times (1 + i \times n)$$

Onde: P = valor presente (capital ou principal na data de hoje)

F = valor futuro

i = taxa de juros

n = número de períodos

#### 2.1.1.2 Juros Compostos

Quando os juros incidentes são compostos, após cada período de capitalização os juros são incorporados ao principal e passam a render juros também (aumentam exponencialmente com o número de períodos).

$$F = P \times (1 + i)^n$$

Onde: P = valor presente (capital ou principal na data de hoje)

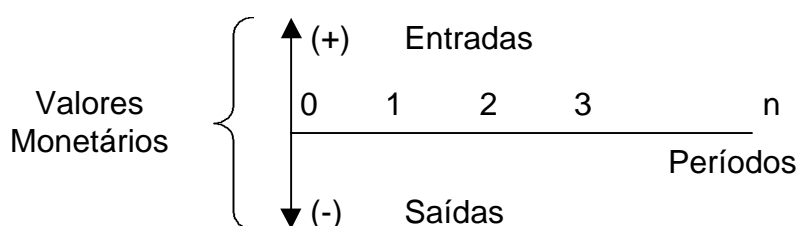
$F$  = valor futuro

$i$  = taxa de juros

$n$  = número de períodos

### 2.1.2 Fluxo de Caixa - Simbologia

Figura 2.1 - Diagrama de Fluxo de Caixa



Segundo CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE (1994), a representação do fluxo de caixa de um projeto consiste de uma escala horizontal onde são marcados os períodos de tempo e na qual são representados com setas para cima as entradas e com setas para baixo as saídas de caixa. A unidade de tempo - mês, semestre, ano - deve coincidir com o período de capitalização de juros considerado.

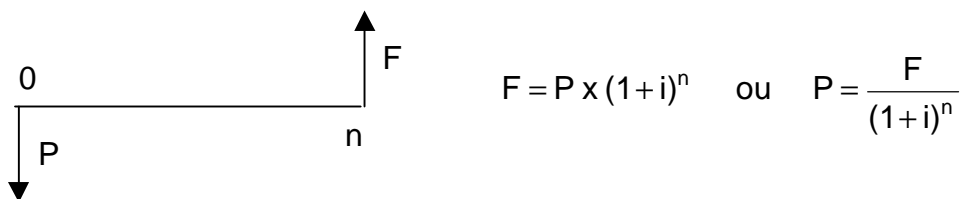
### 2.1.3 Relações de Equivalência

São métodos para transformação dos fluxos de caixas, através de fórmulas próprias e podendo-se também utilizar de tabelas financeiras.

### 2.1.3.1 Relação entre Valor Presente (P) e Valor Futuro (F)

Esta relação tem por objetivo transformar um valor presente em um montante futuro equivalente e vice-versa, permitindo determinar:

- qual o valor (P) que deverá ser investido hoje a uma determinada taxa de juros (i) para se obter uma quantia (F) após determinado período (n);
- investindo hoje uma quantia (P) a uma taxa (i) qual a quantia (F) obtida após determinado período (n).



Onde: P = valor presente (capital ou principal na data de hoje)

F = valor futuro

i = taxa de juros

n = número de períodos

O fator  $(1 + i)^n$  é denominado **fator de acumulação de capital**, podendo ser escrito **(F/P; i; n)**, isto é, achar **F** dado **P** à taxa **i** em **n** períodos.

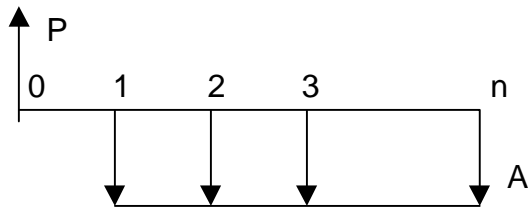
$$F = P \times (F/P; i; n)$$

O fator  $1 / (1 + i)^n$  é denominado **fator de valor atual**, podendo ser escrito **(P/F; i; n)**, isto é, achar **P** dado **F** à taxa **i** em **n** períodos.

$$P = F \times (P/F; i; n)$$

### 2.1.3.2 Relação entre Valor Presente (P) e Série Uniforme (A)

Esta relação tem por objetivo transformar uma série uniforme de pagamentos em um valor presente equivalente e vice-versa.



$$P = A \times \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right] \quad \text{ou} \quad A = P \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Onde:  $P$  = valor presente

$A$  = série uniforme de valores

$i$  = taxa de juros

$n$  = número de períodos

O fator  $[(1 + i)^n - 1] / [i \times (1 + i)^n]$  é denominado **fator de valor atual de uma série uniforme**, podendo ser escrito  $(P/A; i; n)$ , isto é, achar  $P$  dado  $A$  à taxa  $i$  em  $n$  períodos.

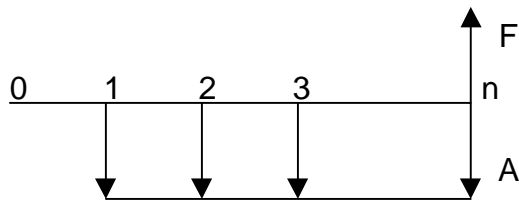
$$P = A \times (P/A; i; n)$$

O fator  $[i \times (1 + i)^n] / [(1 + i)^n - 1]$  é denominado **fator de recuperação de capital de uma série uniforme**, podendo ser escrito  $(A/P; i; n)$ , isto é, achar  $A$  dado  $P$  à taxa  $i$  em  $n$  períodos.

$$A = P \times (A/P; i; n)$$

### 2.1.3.3 Relação entre Valor Futuro (F) e Série Uniforme (A)

Esta relação tem por objetivo transformar uma série uniforme de pagamentos em um montante futuro equivalente e vice-versa.



$$F = A \times \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad \text{ou} \quad A = F \times \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Onde:  $F$  = valor futuro

$A$  = série uniforme de valores

$i$  = taxa de juros

$n$  = número de períodos

O fator  $[(1 + i)^n - 1] / i$  é denominado **fator de acumulação de capital de uma série uniforme**, podendo ser escrito  $(F/A; i; n)$ , isto é, achar  $F$  dado  $A$  à taxa  $i$  em  $n$  períodos.

$$F = A \times (F/A; i; n)$$

O fator  $i / [(1 + i)^n - 1]$  é denominado **fator de formação de capital de uma série uniforme**, podendo ser escrito  $(A/F; i; n)$ , isto é, achar  $A$  dado  $F$  à taxa  $i$  em  $n$  períodos.

$$A = F \times (A/F; i; n)$$



### 2.1.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Define-se como taxa interna de retorno de um fluxo de caixa, aquela para a qual o valor presente do fluxo é nulo.

### 2.1.5 Taxa de Mínima Atratividade (TMA)

É a taxa a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganhos financeiros. Uma das formas de se analisar um investimento é confrontar a TIR com a TMA do investido.

No Brasil é comum considerarmos, para pessoas físicas, a taxa de mínima atratividade (TMA) igual à rentabilidade da caderneta de poupança. No caso das empresas existem fatores que tornam mais complexa a determinação da TMA, entre os quais destacam-se:

- taxa de juros dos bancos comerciais;
- taxa de juros dos bancos de investimento;
- valorização dos títulos públicos;
- valorização de estoques;
- rentabilidade da empresa;
- rentabilidade das cadernetas de poupança.

Segundo HESS (1975), pode-se definir engenharia econômica como o conjunto de métodos e técnicas utilizados na solução de problemas que envolvem análise de alternativas de investimento tecnicamente viáveis. CASARROTO e KOPITTKE, comentam que esses métodos e técnicas baseiam-se numa ciência chamada matemática financeira.

As técnicas de administração moderna como o planejamento estratégico, permitiram que as empresas adotassem filosofias, políticas e objetivos de longo prazo, substituindo a visão imediatista de lucro pela de máximos ganhos num determinado horizonte de análise. Para tanto, utilizam o "custo de recuperação do capital", conceito muito utilizado em engenharia econômica.

Os métodos de análise de investimentos que se ajustam a filosofia onde, separam-se a contabilidade de custos da contabilidade financeira, são três:

- 1) Método do Valor Anual Uniforme Equivalente;
- 2) Método do Valor Presente;
- 3) Método da Taxa Interna de Retorno.

A seguir passamos a descrever os três métodos, que são equivalentes e conduzem ao mesmo resultado. A escolha de qual método aplicar, depende do tipo de problema a ser analisado. O leitor encontrará exemplos de aplicação desses métodos em livros de engenharia econômica.

#### 2.1.6 Método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)

A partir do fluxo de caixa de cada projeto, considerando-se o investimento, os custos e as receitas, obtém-se uma série anual uniforme equivalente (A) a cada um desses fluxos, aplicando-se a taxa de mínima atratividade (TMA). Ou seja, distribui-se o investimento inicial ao longo de sua vida (custo de recuperação do capital). O projeto que apresentar série anual uniforme equivalente com maior saldo positivo, será a melhor opção.

Esse método é adequado em análises que envolvam atividades operacionais da empresa, com investimentos que normalmente possam repetir, sendo a determinação da vida econômica de veículos e equipamentos, uma de suas utilidades.

Quando a série anual uniforme equivalente for de valores negativos (custos), o método poderá ser chamado de "custo anual uniforme equivalente - CAUE". Neste caso, a melhor opção será aquela que apresentar os menores custos.

### 2.1.7 Método do Valor Presente (VP)

Calcula-se o valor presente dos termos (custos e receitas) que compõe o fluxo de caixa de cada projeto e soma-se ao respectivo investimento inicial (que já está no valor presente - data zero); utilizando a taxa de mínima atratividade (TMA) para descontar o fluxo (trazer ao valor presente). Deve-se optar pela alternativa que apresentar valor presente mais atrativo.

Utiliza-se esse método para análise de investimentos isolados que envolvam o curto prazo (sem repetições) ou que tenham pequeno número de períodos.

### 2.1.8 Método da Taxa Interna de Retorno

A partir do fluxo de caixa de cada projeto, considerando-se: o investimento, os custos e as receitas; calcula-se a taxa que zera o valor presente desses fluxos (taxa interna de retorno - TIR). Os projetos em que a

TIR calculada for maior do que a taxa de mínima atratividade (TMA), serão considerados viáveis e passíveis de análise.

Esse método é recomendado para análise de projetos de implantação ou expansão industrial como forma de comparação com os índices normais do setor a que se refere.

## **2.2 Ponto Econômico de Substituição e Vida Útil Econômica**

Conforme visto no capítulo 1 dessa dissertação, existem equipamentos que, em menor grau, são afetados pelo desenvolvimento tecnológico. Nesse grupo enquadram-se os equipamentos de transporte, foco de nosso estudo.

Com o uso, esses equipamentos apresentam custos de manutenção crescentes devido ao desgaste mecânico. Outro custo a ser considerado é o custo do capital investido, composto por depreciação e remuneração de capital. Os custos do capital estão ligados ao valor do equipamento (preço) e, ao contrário dos custos de manutenção, tendem a diminuir com o passar do tempo.

Segundo CASAROTTO e KOPITKE (1994), ocorre o balanço de dois custos: os custos do capital investido que tendem a tornar a vida do equipamento o maior possível e os custos de manutenção, que tendem a encurtar a vida já que são crescentes. Trata-se de um problema de máximos e mínimos e que deve ser resolvido como tal.

Ainda segundo os mesmos autores e, convergente com MERCEDES BENZ (1988), o momento certo para se substituir um equipamento é aquele em que se verifica o menor custo anual uniforme equivalente (CAUE).

Conforme MERCEDES BENZ (1988), o custo anual uniforme equivalente (CAUE) que consiste no custo médio anual, atinge seu menor valor (ponto de mínimo), quando se iguala ao custo total anual. A demonstração matemática desta afirmação encontra-se no item 2.4 do presente capítulo.

Nas bibliografias que tratam do assunto, o momento certo de substituir é denominado como: "ponto ideal de substituição", "ponto ótimo de substituição", etc. Nessa dissertação o denominaremos de "ponto econômico de substituição", em função de sua definição e cálculo estarem baseados em princípios econômicos.

O intervalo que vai desde a entrada do equipamento de transporte novo em operação, até o momento em que se atinge o ponto econômico de substituição, é denominado "vida útil econômica".

Pelo exposto, observa-se a importância dos custos na determinação do melhor momento para substituir o equipamento de transporte. Assim, no item que segue, passamos a estudar os principais itens de custo associados aos equipamentos de transporte e suas respectivas influências no cálculo do ponto econômico de substituição.

## **2.3 Custos Operacionais**

Segundo VOLKSWAGEN (1987), apesar de serem inúmeros os fatores que influenciam na renovação da frota, a viabilidade econômica deve ser preponderante na decisão. Para controlar o desempenho econômico de um equipamento de transporte, há necessidade de rígidos controles de todos os seus custos operacionais.

O custo operacional de um equipamento de transporte é composto por itens relacionados à manutenção, operação e posse do mesmo. Assim, são exemplos de custos operacionais: manutenção, combustível, depreciação, remuneração de capital, impostos legais, etc.

Existem várias maneiras de classificar (agrupar) os custos operacionais. A seguir apresentamos três formas de proceder este agrupamento: a primeira em função de sua variação com a utilização do equipamento, a segunda de acordo com a influência nos cálculos do ponto econômico de substituição e a terceira de acordo com a função a que se destinam.

### 2.3.1 Classificação Quanto à Variação com a Utilização

#### 2.3.1.1 Custos Fixos

São aqueles que incidem independentemente da utilização do equipamento. São eles:

- depreciação;
- remuneração de capital;
- IPVA / licenciamento / seguro obrigatório, no caso de veículos automotores;
- seguro facultativo;
- salário e encargos, inclusive de motoristas quando for o caso;
- taxas administrativas.

#### 2.3.1.2 Custos Variáveis

São aqueles gerados pela utilização do equipamento. São eles:

- combustível;
- pneus e câmaras;
- manutenção;
- lavagem e lubrificação.

## 2.3.2 Classificação Quanto à Influência nos Cálculos

### 2.3.2.1 Custos Relevantes

São aqueles cuja incidência está relacionada diretamente com a idade dos equipamentos. Esses custos devem ser considerados para efeito de cálculo do ponto econômico de substituição. São eles:

- peças de reposição aplicadas;
- mão-de-obra de manutenção;
- depreciação;
- remuneração de capital;
- paralisação (perda de produção, custo de aluguel - locação, etc.).

### 2.3.2.2 Custos Pouco Relevantes

São aqueles cujas diferenças de um equipamento velho para um novo, são pouco relevantes. Portanto, podem ou não ser considerados no cálculo do ponto econômico de substituição. Para veículos automotores, são eles:

- IPVA - imposto sobre a propriedade de veículos automotores;
- DPVAT - seguro obrigatório de danos pessoais causados por veículos automotores de vias terrestres;

- emplacamentos;
- outros seguros (opcionais).

Após definição do lote econômico de substituição (conjunto de veículos que serão substituídos) estes custos deverão compor o fluxo de caixa que avaliará a viabilidade econômica da operação, uma vez que, dependendo da idade dos veículos que estejam sendo substituídos e, considerando o tamanho do lote (quantidade de veículos a serem substituídos), as diferenças poderão ser significativas.

#### 2.3.2.3 Custos Distorcivos

São aqueles relacionados apenas com a situação diferenciada de uso do equipamento de transporte. Portanto, não devem ser considerados no cálculo do ponto econômico de substituição, para que não distorçam os resultados.

- combustíveis;
- pneus;
- lubrificantes;
- lavagens.

#### 2.3.2.4 Custos Irrelevantes

São custos fixos indiretos e devem ser desconsiderados quando do cálculo do ponto econômico de substituição. São eles:

- aluguéis;
- salários;
- despesas de administração.



### 2.3.3 Classificação Quanto à Função

#### 2.3.3.1 Custos de Ter (Possuir)

São aqueles relacionados ao capital investido para ter-se o equipamento de transporte. Esses custos decrescem rapidamente nos primeiros anos e moderadamente ao longo do restante da vida útil do equipamento. São eles:

- depreciação;
- remuneração de capital.

#### 2.3.3.2 Custos de Manter

São aqueles relacionados à manutenção dos equipamentos de transporte, bem como, aqueles resultantes da paralisação do equipamento para realização da manutenção em uma oficina.

Esses custos são pequenos quando o equipamento é novo e crescem acentuadamente com o envelhecimento do mesmo. São eles:

- manutenção (peças de reposição, mão-de-obra, etc);
- paralisação (aluguel de equipamento de reposição - locação, etc.).

#### 2.3.3.3 Custos de Operar

São custos variáveis relacionados à utilização (operação) do equipamento de transporte, necessários a que o mesmo opere (rode), excetuando-se os custos de manutenção. Esses custos são praticamente constantes durante a vida útil do equipamento e, quando variam, normalmente deve-se a fatores de mercado e não devido a idade do equipamento. São eles:

- combustível;
- pneus e câmaras;
- lavagem e lubrificação.

#### 2.3.3.4 Custos Outros

São custos fixos relacionados a impostos legais e a administração dos equipamentos de transporte. Esses custos também não sofrem variação significativa com a idade do equipamento. São eles:

- IPVA, licenciamento e seguro obrigatório (para veículos automotores);
- seguro facultativo;
- custos administrativos, inclusive salário e encargos de motoristas quando for o caso.

Nas classificações apresentadas, os itens de custos são praticamente os mesmos. Os custos que exercem maior influência no cálculo do ponto econômico de substituição e, conseqüentemente, na vida útil econômica, são aqueles que variam significativamente com a idade do equipamento de transporte: manutenção, paralisação por manutenção, depreciação e remuneração de capital.

#### 2.3.4 Custos de Manutenção

São os custos relacionados à manutenção propriamente dita dos equipamentos de transporte. Englobam, principalmente, os custos com peças

de reposição, materiais e mão-de-obra de manutenção.

Conforme dito anteriormente, estes custos são pequenos quando o equipamento é novo e podem aumentar significativamente com o passar do tempo. Economicamente falando-se, esse crescimento tende a encurtar a vida do equipamento.

Nas empresas detentoras de frotas, a política de manutenção adotada: fazer ou não a manutenção, bem como, a sistemática adotada: quando, o que e como fazer a manutenção, são fatores primordiais no controle dos custos e no auxílio a tomada de decisão sobre renovação de frota. Nessas empresas, normalmente, os custos de manutenção são controlados através de sistemas informatizados de transportes.

Os custos de manutenção tem influência significativa no cálculo do ponto econômico de substituição e, portanto, é de fundamental importância que a empresa possua um banco de dados com o histórico desses custos.

Algumas metodologias propostas para cálculo do ponto econômico de substituição, sugerem que os custos de manutenção sejam estimados quando a empresa não possuir histórico dos mesmos. Conforme VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES (1997), uma forma bastante usual de expressar o custo de manutenção, é a de exprimi-lo em função do valor do veículo novo. As planilhas de custos operacionais da revista Transporte Moderno (1996), considera que o custo mensal com manutenção, seja da ordem de 0,7% do valor do veículo novo.

Outro fator que não pode deixar de ser comentado a respeito dos custos de manutenção, é quando a empresa possui várias áreas detentoras de frota

espalhadas por toda uma região. Isso é, por exemplo, o que acontece com as empresas distribuidoras de energia, de saneamento e de telefonia.

Nesses casos deve haver uma preocupação muito grande com relação a uniformidade dos procedimentos de manutenção adotados. Em outras palavras, se não garantirmos que todas as áreas detentoras de frota, adotam a mesma política e a mesma sistemática (procedimentos) de manutenção, os dados desses custos poderão conduzir a resultados distorcidos no cálculo do ponto econômico de substituição.

Mais uma vez salientamos a importância da adoção de uma adequada política de manutenção, associada a uma eficiente sistemática de manutenção. Isso contribui para a conservação dos equipamentos de transporte (patrimônio da empresa), para a segurança operacional dos usuários e para o controle dos custos de manutenção, imprescindíveis na análise de viabilidade econômica do equipamento.

### 2.3.5 Custos de Paralisação por Manutenção

Quando um equipamento de transporte pára em oficina para realização de uma manutenção, por vezes, necessita-se nesse período, substituí-lo por outro equipamento. Esta substituição pode ser feita, por exemplo, através da locação de um equipamento similar, gerando um custo extra para a empresa.

Conforme dissemos no capítulo 1 dessa dissertação, considerando-se o equipamento como um centro de resultados, há que se considerar que o mesmo deixa de produzir receita quando está parado na oficina.

Alguns custos gerados pela paralisação em oficina, são de difícil

mensuração. Assim, a empresa deve preocupar-se com aqueles que sejam mais diretos, como os custos com locação, ou com aqueles que possam ser calculados através de equações matemáticas.

### 2.3.6 Depreciação

O custo de depreciação está relacionado à perda de valor do equipamento de transporte, à medida que vai sendo utilizado e ficando velho. Normalmente, essa desvalorização é ditada pelo mercado de equipamentos usados, sendo influenciado por fatores diversos: preço do equipamento novo, marca, modelo, aceitação do mercado, etc.

Segundo VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES (1997), para caminhões, no primeiro ano a desvalorização é de cerca de 30% e, no segundo, da ordem de 20%. No terceiro e quarto ano, a desvalorização cai para 15% e para 5% no quinto ano. Portanto, o veículo desvaloriza-se aproximadamente 85% em cinco anos.

Desse exemplo, conclui-se que se a empresa utilizar o caminhão por um ano, ocorrerá uma desvalorização média de 30%. Utilizando por cinco anos, será igual a  $85\% / 5 = 17\%$  ao ano.

Pode parecer vantajoso que a empresa mantenha o equipamento em operação por mais tempo possível, pois assim, o custo de depreciação diminui. Porém, conforme visto anteriormente, fatores como o crescimento significativo dos custos de manutenção, contrapõem-se ao aspecto positivo da diminuição do custo de depreciação.

Outra forma de apurarmos o custo de depreciação é através do método

linear de cálculo. Embora este método não seja o mais preciso, é bastante prático e satisfatório quando o objetivo é a obtenção do custo médio anual.

Sejam:

CDep = custo de depreciação

VN = valor do equipamento novo em unidades monetárias

VR = valor de revenda do equipamento ao final da vida útil, em unidades monetárias

VU = vida útil estimada do equipamento (em anos ou meses)

Então, pode-se calcular o custo de depreciação através da fórmula:

$$CDep = \frac{VN - VR}{VU}$$

Considerações:

- o valor de custo de depreciação calculado através do método linear, corresponde ao valor realmente depreciado de conformidade com as condições de mercado, ou seja, é uma depreciação operacional, e não contábil.

### 2.3.7 Remuneração de Capital

A remuneração de capital é o custo de oportunidade, calculado com base numa taxa de mínima atratividade (TMA) da empresa ou por limites estabelecidos por lei sobre o capital investido na aquisição de um equipamento de transporte. No caso da TMA, cada empresa deve estudar a sua taxa padrão.

Esse custo corresponde a receita que a empresa poderia ter, se, ao invés de adquirir o equipamento de transporte, aplicasse os recursos próprios em outro negócio que tem oportunidade de fazê-lo. Quando os recursos forem provenientes de empréstimo, esse custo será função dos valores das taxas aplicadas no financiamento.

## 2.4 Definição Matemática do Ponto Econômico de Substituição

Conforme já visto no item 2.2, o ponto econômico de substituição ocorre quando o custo médio anual iguala-se ao custo total anual. Nesse ponto o custo médio anual é mínimo.

Vejamos como demonstrar matematicamente esta afirmação. Sejam:

$C_{Med_n}$  = Custo Médio Anual no enésimo ano

$C_{Tot_n}$  = Custo Total no enésimo ano

$C_{Man_n}$  = Custo de Manutenção no enésimo ano

$C_{Dep_n}$  = Custo de Depreciação no enésimo ano

$n$  = Período em anos

O custo médio anual é definido como o quociente entre o custo total acumulado num período e este período em anos.

$$C_{Med_n} = \frac{C_{Tot_1} + C_{Tot_2} + \dots + C_{Tot_n}}{n}$$

$$C_{Med_n} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{i=n} CT$$

$$CMed_n = \frac{1}{n} \times \int_1^n CT dn$$

O Ponto Econômico de Substituição ocorre quando o custo médio anual for mínimo. Derivando e igualando-se a zero a equação do Custo Médio Anual, podemos determinar o seu ponto de mínimo.

$$\frac{d}{dn} \left( \frac{1}{n} \times \int_1^n CT dn \right) = 0$$

A derivada de um produto é definida pela seguinte equivalência:

$$\frac{d}{dn} (u \times v) = u \times \frac{dv}{dn} + v \times \frac{du}{dn}$$

Onde:

$$u = \frac{1}{n} \quad \text{e} \quad v = \int_1^n CT dn$$

Derivando-se as expressões acima:

$$\frac{du}{dn} = \frac{-1}{n^2} \quad \text{e} \quad \frac{dv}{dn} = CT$$

Teremos:

$$\frac{d}{dn} \left( \frac{1}{n} \times \int_1^n CT dn \right) = \frac{1}{n} \times CT + \int_1^n CT dn \times \frac{-1}{n^2} = 0$$

$$\frac{1}{n} \times CT + \int_1^n CT dn \times \frac{-1}{n^2} = 0$$



$$\frac{1}{n} \times CT - \frac{1}{n^2} \times \int_1^n CT \, dn = 0$$

$$\frac{1}{n} \times CT = \frac{1}{n^2} \times \int_1^n CT \, dn$$

$$CT = \frac{1}{n} \times \int_1^n CT \, dn$$

Note que a expressão acima é igual a do Custo Médio Anual definida anteriormente, portanto, conclui-se que o Custo Médio Anual será mínimo quando igualar-se ao Custo Total.

$$CT = \frac{1}{n} \times \int_1^n CT \, dn = CMed_n$$

Na seqüência estudaremos metodologias que, baseadas em princípios matemáticos e econômicos, possibilitarão a determinação do ponto econômico de substituição.

Essas metodologias normalmente trabalham com dados históricos dos custos operacionais ou com estimativa deles.

Através dos resultados obtidos da aplicação das metodologias, poderemos constatar na prática a definição matemática de ponto econômico de substituição.

## 2.5 Método dos Custos Médios por Período

Esse método pode ser aplicado a um equipamento de transporte em particular ou a um grupo deles, sendo apenas necessário reunir em uma tabela os custos que serão divididos em dois grupos:

- Custos de Capital = Depreciação + Remuneração de Capital
- Custos de Manutenção = Peças + Mão-de-Obra + Paralisação

O tempo de uso deverá sempre ser usado o mesmo período: semestral, anual, etc.

O ponto ideal de substituição é identificado quando os custos médios atingem o seu menor valor no período e não quando os custos são os menores, pois, qualquer valor inferior à média a fará baixar, mesmo que seja superior ao menor resultado dos períodos anteriores.

No exemplo a seguir, são usados dados aleatórios de cinco anos que apresentam resultados inversamente proporcionais entre os custos de capital e de manutenção de um equipamento de transporte e, aos quais, aplicamos o método dos custos médios por período.

Tabela 2.1 - Exemplo de Aplicação do Método dos Custos Médios por Período

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tempo de Uso (Anos)	Valor do Eqpto	Deprec.	Remun. de Capital	Custos de Capital	Custos de Manut.	Custos Totais no Período	Custos Acumulados	Custos Médios
0	1000	-	-	-	-	-	-	-
1	800	200	60	260	10	270	270	270
2	670	130	48	178	35	213	483	242
3	560	110	40	150	65	215	698	233
4	470	90	34	124	120	244	942	235
5	390	80	28	108	180	288	1230	246

Considerações:

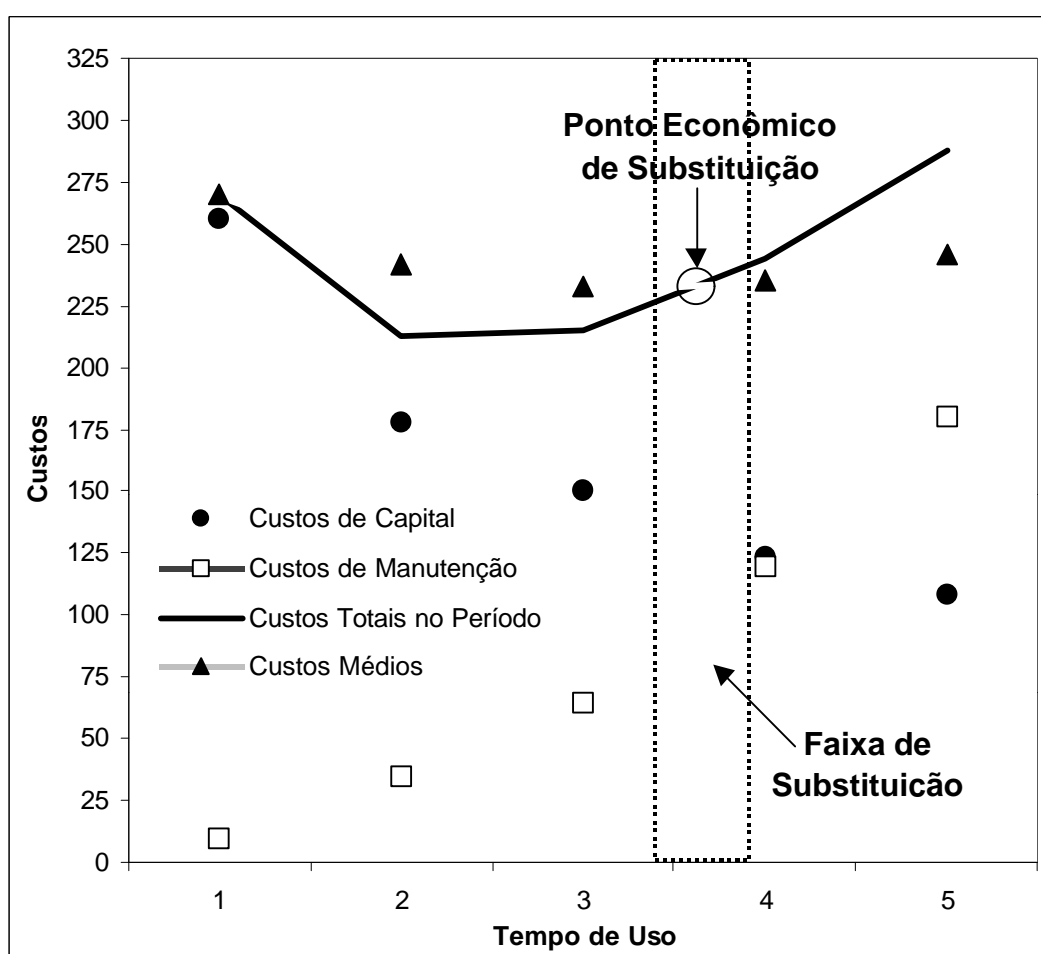
- a taxa de juros é de 6% a.a.;
- valores de mercado do equipamento (coluna B), são valores estimados e em unidade monetária aleatória;
- depreciação (coluna C), obtida através da desvalorização do valor de mercado do equipamento, portanto:  $C_n = B_n - B_{n-1}$
- remuneração de capital (coluna D), obtida aplicando-se a taxa de juros de 6% a.a. ao valor de mercado do equipamento (coluna B) do ano anterior:  
 $D_n = 6\% \times B_{n-1}$
- os custos de capital (coluna E), obtido através da soma da depreciação (coluna C) com a remuneração de capital (coluna D), portanto:  $E_n = C_n + D_n$
- os custos de manutenção (coluna F), são valores estimados e em unidade monetária aleatória;
- os custos totais no período (coluna G), são obtidos somando-se os custos de capital (coluna E) com os custos de manutenção (coluna F), portanto:  
 $G_n = E_n + F_n$
- os custos acumulados (coluna H), são obtidos somando-se o custo total do período considerado ao custos totais dos períodos anteriores, portanto:

$$H_n = \sum_{n=1}^n G_n$$

- os custos médios (coluna I), são obtidos dividindo-se os custos acumulados até o período pelo número de períodos (coluna A), portanto:  $I_n = H_n / A_n$

Na Figura 2.2, plota-se os custos de capital (coluna B), manutenção (coluna C), totais (coluna D) e médios (coluna F), em um gráfico com o tempo de uso (em anos) no eixo das abscissas e com os custos (em unidade monetária aleatória) no eixo das ordenadas.

Figura 2.2 - Representação Gráfica do Ponto Econômico de Substituição Através da Aplicação do Método dos Custos Médios por Período



Conforme comentado no item 2.2 e demonstrado matematicamente no item 2.4 do presente capítulo, o ponto econômico de substituição ocorre quando o custo médio anual se iguala ao custo total anual, ou seja, no

cruzamento das respectivas curvas.

O ponto econômico de substituição ocorre entre o terceiro e o quarto ano de uso do equipamento. Observa-se que ao redor desse ponto, os valores não se diferenciam muito, ou seja, o custo não sobe rapidamente ao vencer a vida útil econômica do equipamento.

Segundo VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES (1997), esse fato confere a empresa uma certa flexibilidade de ação na troca de seus veículos. O atraso de seis meses a um ano no processo, terá impacto pequeno nos custos e na produção.

Portanto, pode-se admitir um intervalo para que ocorra a substituição, no qual os resultados serão pouco afetados. Esse intervalo, representado graficamente na Figura 2.1, é denominado "faixa de substituição".

### 2.5.1 Efeito da Variação do Valor de Mercado (Revenda) na Determinação do Ponto Econômico de Substituição

Normalmente o valor de mercado (valor de revenda) dos equipamentos em geral, diminui com o passar do tempo. A consequência dessa desvalorização é um custo denominado depreciação, estudado no item 2.3.6.

Apesar de fato raro, pode acontecer que ao longo da vida do equipamento, haja uma valorização de mercado dos usados (aumento do valor de revenda), causando uma variação do custo de depreciação.

Essa variação pode fazer com que a curva de custo médio anual cruze mais de uma vez a curva de custo total, provocando, teoricamente, o

aparecimento de mais de um ponto econômico de substituição

No entanto, é aconselhável tomar a decisão de substituição sempre que a curva dos custos médios cruzar a curva dos custos totais pela primeira vez, pois, nem sempre, é fácil prever o comportamento futuro do mercado de equipamentos de transporte usados, além do que, as despesas de manutenção serão cada vez mais onerosas.

Tomando-se por base os dados do exemplo ilustrado na Tabela 2.1, acrescentamos na Tabela 2.2, mais duas linhas correspondentes ao sexto e sétimo ano. Para visualizarmos o efeito da variação do valor de mercado sobre o ponto econômico de substituição, provocamos no sexto ano uma aumento do valor do equipamento usado.

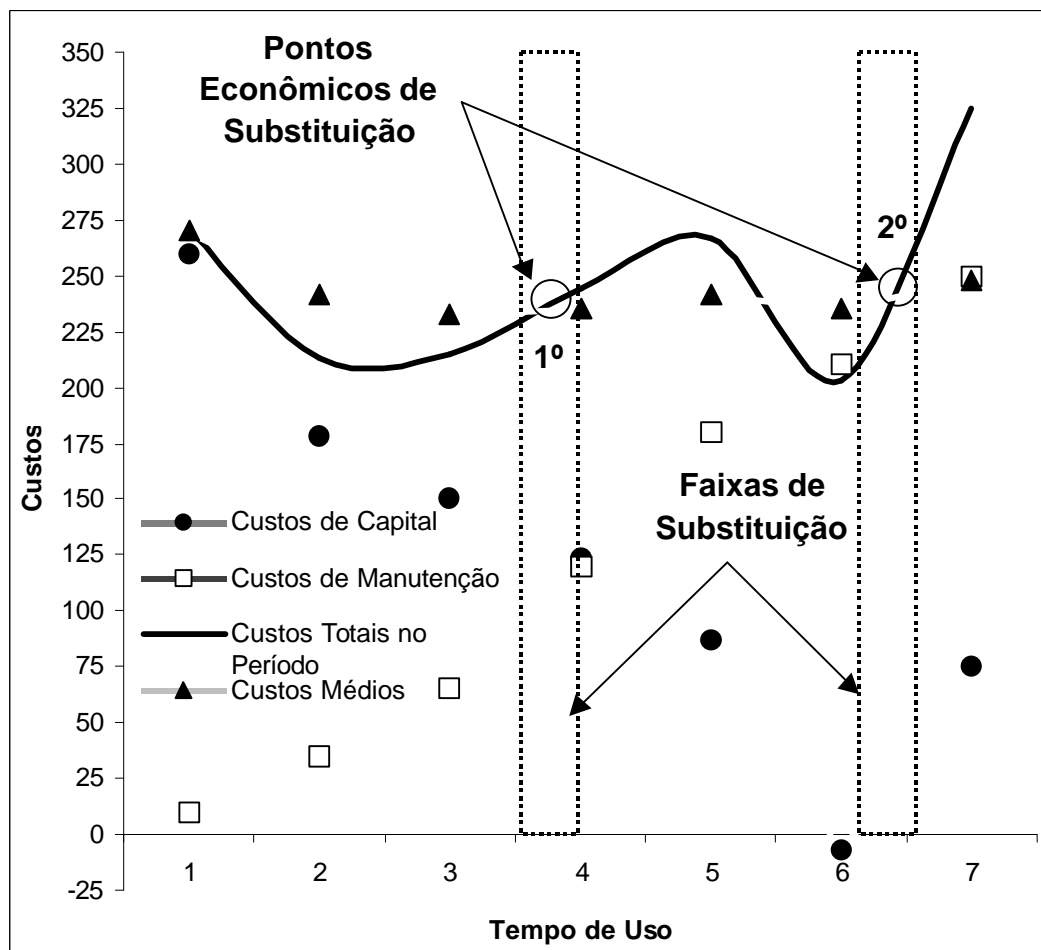
Tabela 2.2 - Exemplo do Efeito da Variação do Valor de Mercado (Revenda) na Determinação do Ponto Econômico de Substituição

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tempo de Uso (Anos)	Valor do Eqpto	Deprec.	Remun. de Capital	Custos de Capital	Custos de Manut.	Custos Totais no Período	Custos Acumulados	Custos Médios
0	1000	-	-	-	-	-	-	-
1	800	200	60	260	10	270	270	270
2	670	130	48	178	35	213	483	242
3	560	110	40	150	65	215	698	233
4	470	90	34	124	120	244	942	235
5	390	80	28	108	180	288	1230	246
6	420	-30	23	-7	210	203	1433	239
7	370	50	25	75	250	325	1759	251

Considerações:

- valem as mesmas considerações feitas no exemplo ilustrado na Tabela 2.1

Figura 2.3 - Representação Gráfica do Efeito da Variação do Valor de Mercado na Determinação do Ponto Econômico de Substituição



A curva de custo médio cruza a curva de custos totais em três pontos. Somente em dois desses pontos: entre o terceiro e o quarto ano e entre o sexto e o sétimo ano, os custos totais superam os custos médios após o cruzamento. Somente esses dois pontos podem, conceitualmente falando-se, serem considerados como pontos econômicos de substituição. Note também que os custos de manutenção no segundo ponto, são muito maiores que no primeiro. Portanto, vale a recomendação anterior de substituição no primeiro ponto econômico.

## 2.5.2 Efeito da Variação do Taxa de Juros na Determinação do Ponto Econômico de Substituição

Segundo VOLKSWAGEN (1987), outro fator de grande relevância, diz respeito a influência taxa de juros no cálculo do ponto econômico de substituição.

A taxa de juros tem influência direta sobre o custo de capital, uma vez que a remuneração de capital é diretamente proporcional a taxa empregada. Um aumento ou uma diminuição na taxa de juros, provoca o mesmo efeito na remuneração de capital e conseqüentemente no custo de capital.

Na Tabela 2.3 foram utilizados os mesmos dados do exemplo ilustrado na Tabela 2.1, porém, aplicando-se uma taxa anual de 12% no cálculo da remuneração de capital, ao invés dos 6% utilizados anteriormente.

Tabela 2.3 - Aplicação da Taxa de Juros de 12% a.a. no Cálculo da Remuneração de Capital dos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.1

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Tempo de Uso (Anos)	Valor do Eqpto	Deprec.	Remun. de Capital	Custos de Capital	Custos de Manut.	Custos Totais no Período	Custos Acumulados	Custos Médios
0	1000	-	-	-	-	-	-	-
1	800	200	120	320	10	330	330	330
2	670	130	96	226	35	261	591	296
3	560	110	80	190	65	255	846	282
4	470	90	67	157	120	277	1124	281
5	390	80	56	136	180	316	1440	288



Considerações:

- valem as mesmas considerações feitas no exemplo ilustrado na Tabela 2.1, com exceção da taxa de juros que passa de 6% a.a. para 12% a.a. Portanto, a remuneração de capital (coluna D), será obtida aplicando-se a taxa de juros de 12% a.a. ao valor de mercado do equipamento (coluna B) do ano anterior:  $D_n = 12\% \times B_{n-1}$

**A Tabela 2.4 mostra a comparação entre os custos totais e médios calculados com taxa de 6% a.a (valores extraídos da Tabela 2.1) e com taxa de 12% a.a (valores extraídos da Tabela 2.3).**

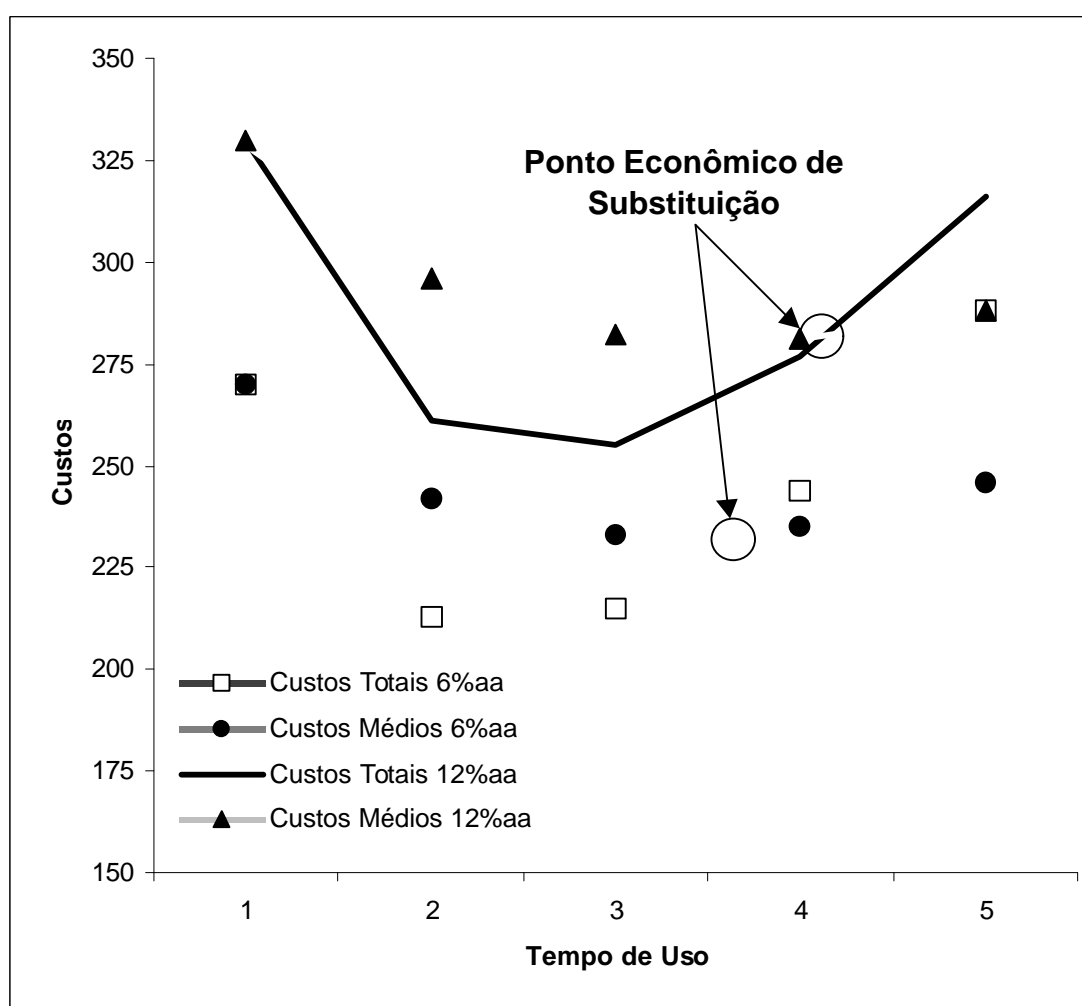
**Tabela 2.4 - Efeito da Variação da Taxa de Juros de 6% a.a. para 12% a.a., nos Custos Totais e Médios**

Tempo de Uso (Anos)	i = 6% a.a.		i = 12% a.a.	
	Custos Totais	Custos Médios	Custos Totais	Custos Médios
1	270	270	330	330
2	213	242	261	296
3	215	233	255	282
4	244	235	277	281
5	288	246	316	288

Através da Figura 2.4, observa-se que a variação da taxa de juros de 6% a.a. para 12% a.a., desloca o ponto econômico de substituição para a direita, provocando um aumento de aproximadamente um ano na vida útil econômica e um conseqüente adiamento da substituição.

Isso aconteceu porque o crescimento da taxa anual de juros, provoca aumento somente das despesas de capital, ficando as de manutenção inalteradas e, portanto, o ponto de encontro das duas curvas desloca-se para a direita.

Figura 2.4 - Representação Gráfica do Efeito da Variação da Taxa de Juros na Determinação do Ponto Econômico de Substituição



Segundo P. Dias (1987), embora lentamente, a vida econômica tende a crescer com o aumento da rentabilidade da empresa. À medida que a

rentabilidade cresce, investimentos alternativos passam a ser tão lucrativos, a ponto de cobrir os acréscimos nos custos de manutenção e ainda deixar boa margem de lucro para a empresa. Dessa forma, pode-se tornar mais conveniente para o empresário manter a frota por um ou dois anos adicionais, enquanto investe seu capital em outros empreendimentos.

### 2.5.3 Tempo de Uso Expresso em Quilometragem

Para os equipamentos de transporte com alto índice de utilização, medido através de quilometragem, como os veículos automotores, todos os estudos podem ser feitos tomando-se por base a quilometragem ao invés do período de tempo correspondente a um ano de uso.

Segundo VOLKSWAGEN (1987), nestes casos o cálculo da depreciação torna-se mais difícil em virtude das cotações de preços dos equipamentos de transporte usados estarem muito mais vinculados à idade do que à sua quilometragem.

Uma alternativa seria, através dos dados históricos de utilização do equipamento, estabelecer uma proporção da quilometragem média rodada anualmente.

## 2.6 Método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

Nesta metodologia, todos os custos relativos ao equipamento de transporte, que influenciam no cálculo do ponto econômico de substituição, são transformados em uma série uniforme equivalente.

Esta visão calcada em princípios de matemática financeira e engenharia econômica, é base da metodologia abordada por MERCEDES BENZ (1988).

Segundo esta fonte, o custo operacional é um dos instrumentos mais eficazes para se controlar o desempenho econômico de um equipamento de transporte. A partir de alguns dados do custo operacional é possível determinar o ponto econômico de substituição e a conseqüente vida útil econômica do equipamento.

Ainda segundo MERCEDES BENZ (1988), os principais fatores que determinam a vida útil econômica de um equipamento de transporte são o custo de manutenção e o custo de depreciação.

O custo de manutenção é composto basicamente pelos custos de peças e mão-de-obra, apresentando tendência de crescimento conforme o veículo for sendo utilizado. No custo de manutenção também devem ser considerados os custos oriundos do tempo em que o equipamento de transporte esteve parado para realização da manutenção.

O custo de depreciação é a perda de valor do equipamento de transporte de acordo com o mercado. Esta perda é maior no início (quando o equipamento está novo) e reduz-se tendendo estabilizar no final da vida útil econômica do equipamento.

Note que esses conceitos são similares aos que vimos anteriormente. Porém, a diferença em relação ao método dos custos médios por período, estudado no item 3.4, diz respeito ao custo de capital. Nesse caso, o custo de capital leva em consideração apenas a depreciação, deixando de lado a remuneração de capital.

O custo médio anual é obtido a partir do custo de manutenção e de depreciação, através da seguinte equação:

$$C_{Med} = \frac{C_{Dep} + C_{Man}}{n}$$

Onde:

$C_{Med_n}$  = Custo Médio Anual no enésimo ano

$C_{Man_n}$  = Custo de Manutenção no enésimo ano

$C_{Dep_n}$  = Custo de Depreciação no enésimo ano

$n$  = Período em anos

Quando o custo médio anual atingir seu ponto de menor valor, tem-se a "idade" ideal para substituir o equipamento de transporte. Vimos que esse ponto também pode ser obtido graficamente traçando-se as curvas de custo total anual e custo médio anual.

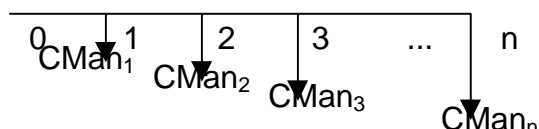
O custo total anual é a soma dos custos anuais de manutenção e de depreciação. Essas definições são convergentes com VOLKSWAGEN (1987), exceto no que diz respeito a não inclusão da remuneração de capital no custo de capital.

A metodologia abordada por MERCEDES BENZ (1988) considera como a idade ideal para se substituir um equipamento de transporte aquela em que o menor Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) é verificado.

A análise através do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) segue o mesmo princípio do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE), porém, considerando-se apenas os custos.

A seguir serão utilizados alguns conceitos de matemática financeira, para calcular o custo anual uniforme equivalente (CAUE) a partir dos custos anuais de manutenção e depreciação.

- **Custo Anual de Manutenção**



Onde:

$CMan_n$  = custo de manutenção no enésimo ano

$n$  = número de períodos (anos)

A partir do fluxo de caixa com os custos anuais de manutenção, aplica-se os conceitos de matemática financeira para obter-se o custo anual uniforme equivalente de manutenção (CAUEMan) de cada período de uso.

- CAUEMan para um ano de uso:

$$CAUEMan_1 = CMan_1 \times \left[ \frac{1}{(1+i)^1} \right] \times \left[ \frac{i \times (1+i)^1}{(1+i)^1 - 1} \right]$$

Onde:

$CAUEMan_1$  = custo anual uniforme equivalente de manutenção no 1º ano

$CMan_1$  = custo de manutenção no 1º ano

$i$  = taxa de juros

$n$  = número de períodos (anos)

$$\left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] = \text{fator de valor presente (P/F, i, n)}$$

$$\left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = \text{fator de recuperação de capital (A/P, i, n)}$$

- CAUEMan para dois anos de uso:

$$\text{CAUEMan}_2 = \left[ \frac{\text{CMan}_1}{(1+i)^1} + \frac{\text{CMan}_2}{(1+i)^2} \right] \times \left[ \frac{i \times (1+i)^2}{(1+i)^2 - 1} \right]$$

Onde:

CAUEMan<sub>2</sub> = custo anual uniforme equivalente de manutenção no 2º ano

CMan<sub>1</sub> = custo de manutenção no 1º ano

CMan<sub>2</sub> = custo de manutenção no 2º ano

i = taxa de juros

n = número de períodos (anos)

$$\left[ \frac{\text{CMan}_1}{(1+i)^1} + \frac{\text{CMan}_2}{(1+i)^2} \right] = \text{custo de manutenção acumulado (dois anos) atualizado}$$

(trazido a valor presente)

- CAUEMan para n anos de uso:

$$\text{CAUEMan}_n = \left[ \frac{\text{CMan}_1}{(1+i)^1} + \frac{\text{CMan}_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{\text{CMan}_n}{(1+i)^n} \right] \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$\text{CAUEMan}_n = \left[ \sum_{n=1}^n \frac{\text{CMan}_n}{(1+i)^n} \right] \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Onde:

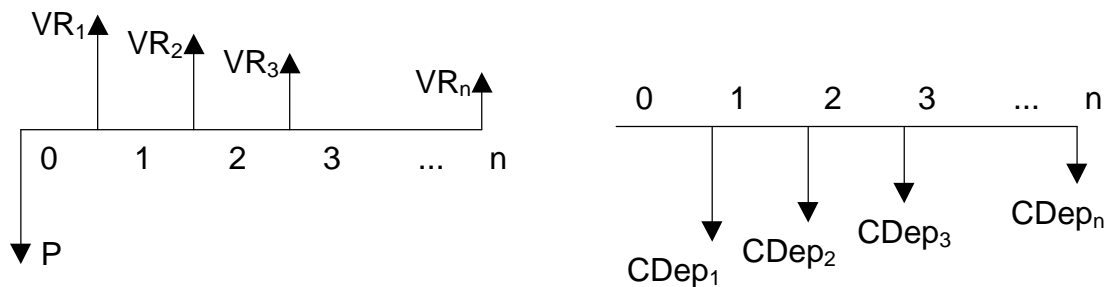
$CAUEMan_n$  = custo anual uniforme equivalente de manutenção no enésimo ano

$i$  = taxa de juros

$n$  = número de períodos (anos)

$\sum_{n=1}^n \frac{CMan_n}{(1+i)^n}$  = custo de manutenção acumulado atualizado, desde o 1º até o enésimo ano

- Custo Anual de Depreciação**



Onde:

$P$  = investimento inicial

$VR_n$  = valor de revenda com  $n$  anos de uso

$CDep_n$  = custo de depreciação no enésimo ano

$n$  = número de períodos (anos)

A partir do fluxo de caixa com os custos anuais de depreciação, aplicam-se os conceitos de matemática financeira para obter-se o custo anual uniforme equivalente de depreciação ( $CAUEDep$ ), de cada período de uso.



- CAUEDep para um ano de uso:

$$CAUEDep_1 = \left\{ P - VR_1 \times \left[ \frac{1}{(1+i)^1} \right] \right\} \times \left[ \frac{i \times (1+i)^1}{(1+i)^1 - 1} \right]$$

Onde:

CAUEDep<sub>1</sub> = custo anual uniforme equivalente de depreciação no 1º ano

P = investimento inicial

VR<sub>1</sub> = valor de revenda com um ano de uso

$P - VR_1 \times \left[ \frac{1}{(1+i)^1} \right]$  = diferença entre o preço do veículo (investimento inicial)  
e o valor de revenda atualizado

i = taxa de juros

- CAUEDep para dois anos de uso:

$$CAUEDep_2 = \left\{ P - VR_2 \times \left[ \frac{1}{(1+i)^2} \right] \right\} \times \left[ \frac{i \times (1+i)^2}{(1+i)^2 - 1} \right]$$

Onde:

CAUEDep<sub>2</sub> = custo anual uniforme equivalente de depreciação no 2º ano

P = investimento inicial

VR<sub>2</sub> = valor de revenda com dois anos de uso

i = taxa de juros

- CAUEDep para n anos de uso:

$$CAUEDep_n = \left\{ P - VR_n \times \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] \right\} \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Onde:

$CAUEDep_n$  = custo anual uniforme equivalente de depreciação no  $n$ ésimo ano

$P$  = investimento inicial

$VR_n$  = valor de revenda com  $n$  anos de uso

$i$  = taxa de juros

Note que neste caso os valores não são acumulados como no custo de manutenção. Isto porque, o custo de depreciação acumulado é obtido diretamente, subtraindo-se do preço do veículo (investimento) o seu valor de revenda correspondente ao período considerado.

Conforme exposto anteriormente, o método considera que o custo anual uniforme equivalente (CAUE) de cada período de uso, é obtido somando-se as parcelas do custo anual uniforme equivalente de manutenção (CAUEMan) e de depreciação (CAUEDep). Portanto:

$$CAUE_n = CAUEMan_n + CAUEDep_n$$

Onde:

$CAUE$  = custo anual uniforme equivalente no  $n$ ésimo ano de uso

$CAUEMan_n$  = custo anual uniforme equivalente de manutenção no  $n$ ésimo ano de uso

$CAUEDep_n$  = custo anual uniforme equivalente de depreciação no  $n$ ésimo ano de uso

$$CAUE_n = \left[ \sum_{n=1}^n \frac{CMan_n}{(1+i)^n} \right] \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] + \left\{ P - VR_n \times \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] \right\} \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$CAUE_n = \left\{ \sum_{n=1}^n \frac{CMan_n}{(1+i)^n} + P - VR_n \times \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right] \right\} \times \left[ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Utilizando a simbologia apresentada no item 2.1, temos:

$$CAUE_n = \left[ \sum_{n=1}^n CMan_n \times (P/F, i, n) + P - VR_n \times (P/F, i, n) \right] \times (A/P, i, n)$$

A seguir, passamos a aplicar a metodologia do custo anual uniforme equivalente, em um exemplo hipotético de frota, retirado de MERCEDES BENZ (1988), cujos dados históricos relativos aos últimos oito anos estão apresentados na Tabela 2.5.

A frota é composta por 50 veículos distribuídos como relação a idade da seguinte forma:

03 veículos com 1 ano de uso  
 13 veículos com 4 anos de uso  
 13 veículos com 6 anos de uso  
 24 veículos com 8 anos de uso

Tabela 2.5 - Exemplo de Aplicação do Método do Custo Anual Uniforme Equivalente

Idade (Anos)	Custo de Manutenção		Horas Paradas na Oficina	Valor de Venda
	Peças	Mão-de-Obra		
0	---	---	---	560.000,00
1	26.500,00	13.200,00	104	450.000,00
2	34.000,00	17.100,00	120	360.000,00
3	45.000,00	24.000,00	152	300.000,00
4	50.500,00	25.000,00	144	250.000,00
5	57.000,00	28.500,00	160	210.000,00
6	67.000,00	34.000,00	200	185.000,00
7	76.500,00	38.500,00	208	165.000,00
8	98.500,00	50.000,00	184	150.000,00

Com base nesses dados, calculam-se os valores apresentados na Tabela 2.6. Para um melhor entendimento apresentamos as considerações gerais dos procedimentos de cálculos utilizados.

- Considerações gerais e procedimentos de cálculo:
  - valores com unidade monetária fictícia
  - valores monetários isentos de inflação
  - custo adicional do veículo parado para manutenção \$ 312,50 por hora
  - valor do veículo novo (investimento inicial): \$ 560.000,00
  - valores de revenda obtidos junto ao mercado de veículos usados
  - taxa de mínima atratividade considerada pela empresa TMA = 12%
  - custo das horas paradas (linha B'), obtido multiplicando-se a quantidade de horas paradas (linha A') pelo custo adicional do veículo parado para manutenção (\$ 312,50 por hora):  $B'_n = A'_n \times 312,5$
  - custo de manutenção anual no período real (linha E'), obtido através da soma do custo das horas paradas (linha B'), com o custo das peças (linha C') e com o custo de mão-de-obra (linha D'):  $E'_n = B'_n + C'_n + D'_n$
  - fator de valor atual (linha F'):  $F'_n = 1/(1 + i)^n$  para  $i = 12\%$  a.a., calculado através da fórmula ou retirado de tabela financeira
  - custo de manutenção anual trazido a valor presente (linha G'), obtido multiplicando-se o custo de manutenção anual no período real (linha E') pelo fator de valor atual (linha F') :  $G'_n = E'_n \times F'_n$
  - custo de manutenção acumulado no valor presente (linha H'), obtido somando-se o custo de manutenção anual trazido a valor presente (linha G') do período aos dos períodos anteriores:  $H'_{1^{\circ}\text{ano}} = G'_{1^{\circ}\text{ano}}$

$$H'_{2^{\text{ano}}} = G'_{1^{\text{ano}}} + G'_{2^{\text{ano}}}; \dots; H'_n = \sum_{n=1}^8 G'_n$$

- valor de revenda trazido a valor presente (linha J'), obtido multiplicando-se o valor de revenda no período real (linha I') pelo fator de valor atual (linha F') :  

$$J'_n = I'_n \times F'_n$$
- custo anual depreciação trazido a valor presente (linha K'), obtido pela diferença entre o valor de revenda trazido a valor presente (linha J') do período considerado e do período anterior. Para o primeiro ano a diferença será em relação ao valor do investimento inicial:  $K'_{1^{\text{ano}}} = 560.000 - J'_{1^{\text{ano}}}$ ;  

$$K'_{2^{\text{ano}}} = J'_{1^{\text{ano}}} - J'_{2^{\text{ano}}}; \dots$$
- custo anual de depreciação levado ao período real (linha L'), obtido dividindo-se o custo anual de depreciação trazido a valor presente (linha K') pelo fator de valor atual (linha F'):  $L'_n = K'_n / F'_n$
- custo total de depreciação no valor presente (linha M'), obtido pela diferença entre o investimento inicial e o valor de revenda trazido a valor presente (linha J'):  $M'_n = 560.000 - J'_n$
- custo total anual (linha N'), obtido pela soma do custo de manutenção anual no período real (linha E') com o custo anual de depreciação levado ao período real (linha L'):  $N'_n = E'_n + L'_n$
- fator de recuperação de capital (linha O'):  $O'_n = \{[i \times (1 + i)^n] / [(1 + i)^n - 1]\}$  para  $i = 12\%$  a.a., calculado através da fórmula ou retirado de tabela financeira
- custo anual uniforme equivalente - CAUE (linha P'), obtido somando-se, até o período considerado, o custo de manutenção acumulado no valor presente (linha H') com o custo total de depreciação no valor presente (linha M') e o

resultado multiplicado pelo fator de recuperação de capital (linha O'):

$$P'_n = (H'_n + M'_n) \times O'_n$$

Tabela 2.6 - Resultados Obtidos Aplicando-se o Método do Custo Anual

Uniforme Equivalente, aos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.5

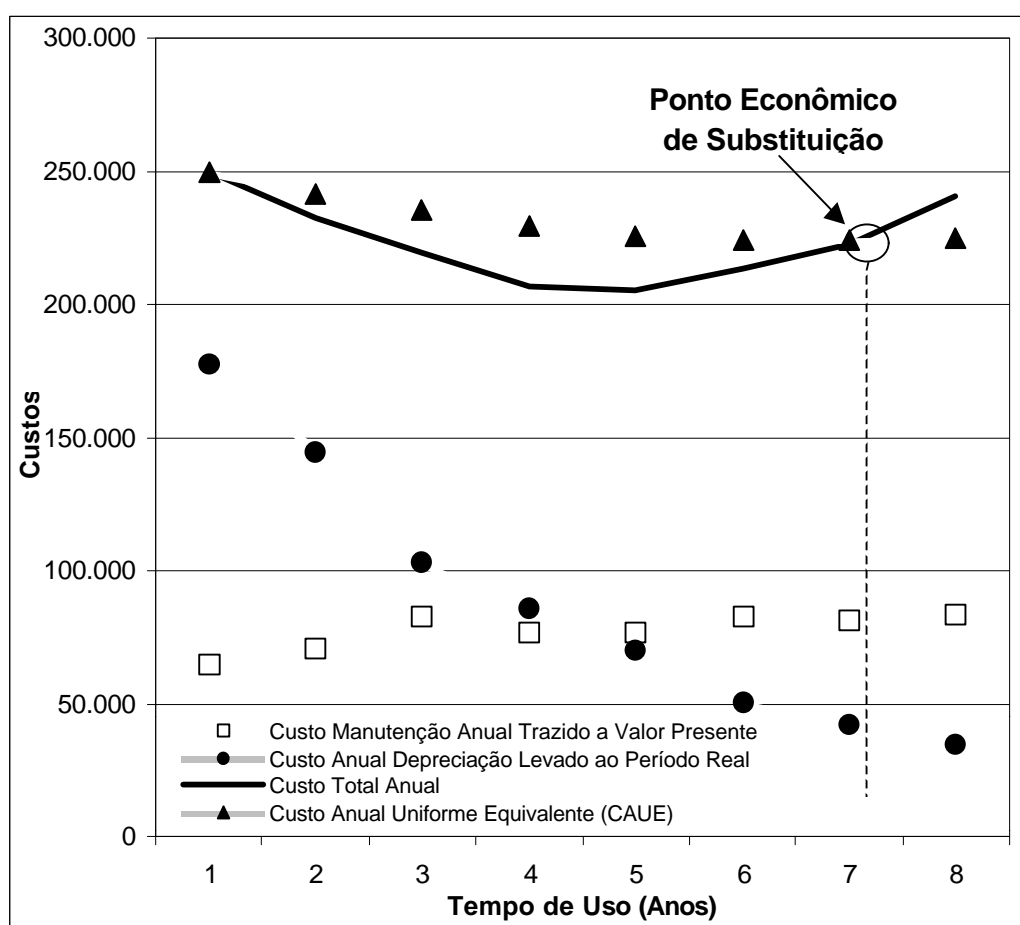
		1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	6º Ano	7º Ano	8º Ano
A'	Horas Paradas	104	120	152	144	160	200	208	184
B'	Custo Horas Paradas no Período Real	32.500	37.500	47.500	45.000	50.000	62.500	65.000	57.500
C'	Custo Peças no Período Real	26.500	34.000	45.000	50.500	57.000	67.000	76.500	98.500
D'	Custo Mão-de-Obra no Período Real	13.200	17.100	24.000	25.000	28.500	34.000	38.500	50.000
E'	Custo Manutenção Anual no Período Real	72.200	88.600	116.500	120.500	135.500	163.500	180.000	206.000
F'	Fator de Valor Atual	0,8928	0,7971	0,7117	0,6355	0,5674	0,5066	0,4523	0,4038
G'	Custo Manutenção Anual Trazido a Valor Presente	64.460	70.623	82.913	76.578	76.883	82.829	81.414	83.183
H'	Custo Manut. Acumulado no Valor Presente	64.460	135.083	217.996	294.574	371.457	454.286	535.700	618.883
I'	Valor Revenda no Período Real	450.000	360.000	300.000	250.000	210.000	185.000	165.000	150.000
J'	Valor Revenda Trazido a Valor Presente	401.760	286.956	213.510	158.875	119.154	93.721	74.630	60.570
K'	Custo Anual Depreciação Trazido a Valor Presente	158.240	114.804	73.446	54.635	39.721	25.433	19.092	14.060
L'	Custo Anual Depreciação Levado ao Período Real	177.240	144.027	103.198	85.972	70.005	50.203	42.210	34.818
M'	Custo Total Depreciação no Valor Presente	158.240	273.044	346.490	401.125	440.846	466.279	485.371	499.430
N'	<b>Custo Total Anual</b>	<b>249.440</b>	<b>232.627</b>	<b>219.698</b>	<b>206.472</b>	<b>205.505</b>	<b>213.703</b>	<b>222.210</b>	<b>240.818</b>
O'	Fator de Recuperação de Capital	1,1200	0,5916	0,4163	0,3292	0,2774	0,2432	0,2191	0,2013
P'	<b>Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)</b>	<b>249.424</b>	<b>241.448</b>	<b>234.996</b>	<b>229.024</b>	<b>225.333</b>	<b>223.881</b>	<b>223.717</b>	<b>225.116</b>

Com base na metodologia apresentada, a empresa deve renovar os veículos no decorrer do sétimo ano de uso, em virtude de apresentar neste período o menor custo anual uniforme equivalente (CAUE). Portanto, os 24

veículos com oito anos de vida (utilização), devem ser indicados para substituição.

A Figura 2.5, mostra a representação gráfica do ponto econômico de substituição, calculado através do método do valor anual uniforme equivalente. A substituição deve ocorrer quando a curva do custo anual uniforme equivalente cruzar a curva do custo total anual, ou, nas proximidades desse ponto.

Figura 2.5 - Representação Gráfica do Ponto Econômico de Substituição,  
Determinado Através da Aplicação do Método do Custo Anual Uniforme  
Equivalente



## 2.7 Comparação entre o Método dos Custos Médios por Período e o Método do Custo Anual Uniforme Equivalente

Para efeitos comparativos aplicamos ao exemplo ilustrado na Tabela 2.5, o método do custo médio por período, obtido em função dos custos de capital (depreciação + remuneração de capital) e dos custos de manutenção (peças + mão-de-obra + paralisação).

Em relação ao método do custo anual uniforme equivalente, a principal diferença é que não há necessidade de transformamos os custos em séries uniformes equivalentes.

Outra diferença, já comentada, é que os custos de capital também levam em consideração a remuneração de capital.

Os resultados obtidos são ilustrados na Tabela 2.7 e representados graficamente na Figura 2.6, valendo as mesmas considerações genéricas do exemplo anterior e os seguintes procedimentos de cálculo:

- depreciação (coluna C), obtida através da diferença entre o valor de revenda do período anterior e o valor de revenda do período considerado:

$$C_n = B_{n-1} - B_n$$

- remuneração de capital (coluna D), obtida aplicando-se a TMA = 12% ao valor de revenda do período anterior:  $D_n = 12\% \times B_{n-1}$
- custos de capital (coluna E), obtido pela soma da depreciação (coluna C) com a remuneração de capital (coluna D):  $E_n = C_n + D_n$
- custo com peças (coluna F), dados extraídos da Tabela 2.5
- custo com mão-de-obra (coluna G), dados extraídos da Tabela 2.5



- custo de paralisação (coluna H), obtido multiplicando-se a quantidade de horas paradas por manutenção (dados extraídos da Tabela 2.5), pelo valor da hora parado \$ 312,50
- custo de manutenção total por período (coluna I), obtido pela soma do custo das peças (coluna F - dados fornecidos), com o custo da mão-de-obra (coluna G - dados fornecidos) e com o custo de paralisação (coluna H):  

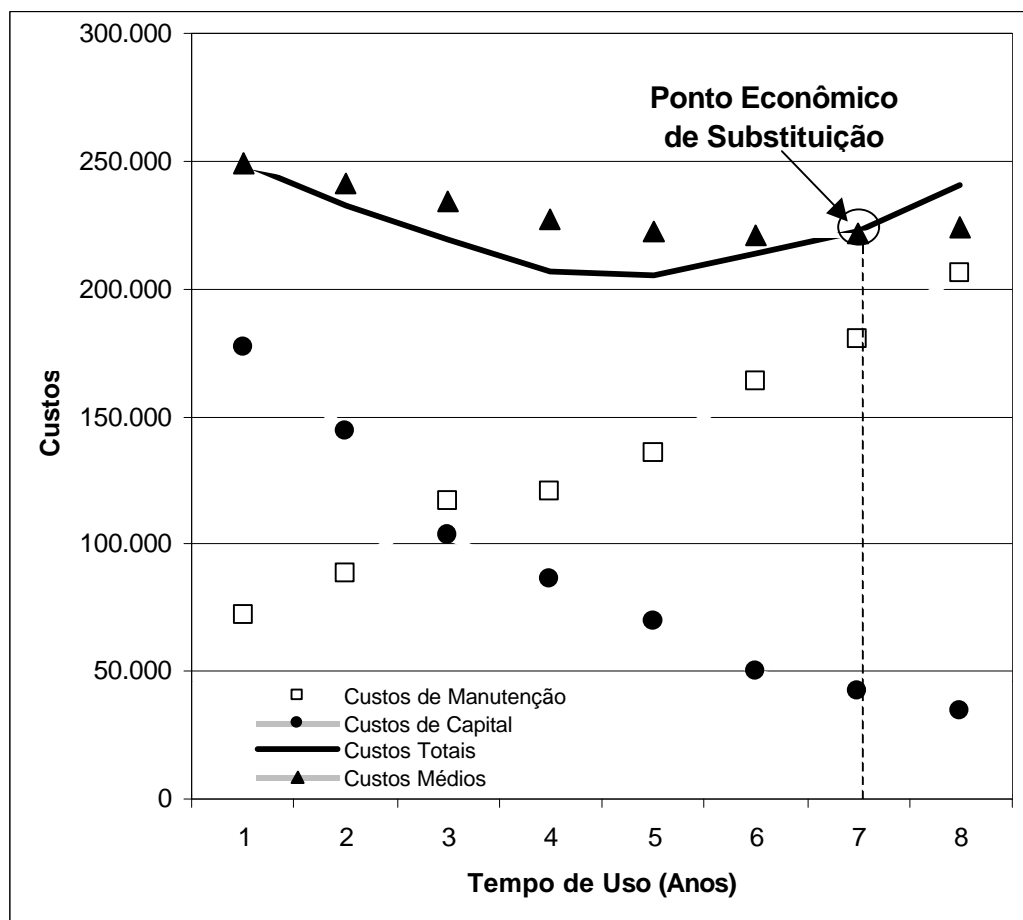
$$I_n = F_n + G_n + H_n$$
- custos totais no período (coluna J), obtido pela soma dos custos de capital (coluna E) com os custos de manutenção (coluna I):  $J_n = E_n + I_n$
- custos totais acumulados até o período (coluna K), obtida pela soma dos custos totais dos período anteriores (coluna J) até o período considerado:  

$$K_n = \sum J_n$$
- custos médios até o período (coluna L), obtido dividindo-se o custo total acumulado (coluna K) pelo número de períodos (coluna A):  $L_n = K_n / A_n$

Tabela 2.7 - Aplicação do Método do Custos Médios por Período aos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.5

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Idade Anos	Valor de Reven.	Deprec.	Remun. de Capital $i = 12\%$	Custos de Capital	Custos de Manutenção				Custos Totais	Custos Totais Acum.	Custos Médios
					Peças	Mão-de-Obra	Paralis.	Total			
0	560.000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1	450.000	110.000	67.200	177.200	26.500	13.200	32.500	72.200	249.400	249.400	249.400
2	360.000	90.000	54.000	144.000	34.000	17.100	37.500	88.600	232.600	482.000	241.000
3	300.000	60.000	43.200	103.200	45.000	24.000	47.500	116.500	219.700	701.700	233.900
4	250.000	50.000	36.000	86.000	50.500	25.000	45.000	120.500	206.500	908.200	227.050
5	210.000	40.000	30.000	70.000	57.000	28.500	50.000	135.500	205.500	1.113.700	222.740
6	185.000	25.000	25.200	50.200	67.000	34.000	62.500	163.500	213.700	1.327.400	221.233
7	165.000	20.000	22.200	42.200	76.500	38.500	65.000	180.000	222.200	1.549.600	221.371
8	150.000	15.000	19.800	34.800	98.500	50.000	57.500	206.000	240.800	1.790.400	223.800

Figura 2.6 - Representação Gráfica dos Resultados da Aplicação do Método dos Custos Médios por Período, aos Dados do Exemplo Ilustrado na Tabela 2.5



Observa-se que o ponto econômico de substituição ocorre no sétimo período (ano), conforme já tinha acontecido quando calculado pelo método do custo anual uniforme equivalente. Portanto, não houve alteração em função da metodologia adotada.

## **CAPÍTULO 3**

# **METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SUBSTITUIÇÃO**

### **3.1 Introdução**

A busca pelos melhores resultados deve ser a meta de todos os setores de uma empresa que deseje atuar com qualidade e competitividade. Seus gestores devem administrar seus recursos de forma eficiente visando o resultado geral da organização.

Nas empresas prestadoras de serviços como telefonia, saneamento e distribuição de energia, normalmente grandes frotistas, a função transporte responsável por elevados orçamentos de custeio e investimento, não fica de fora do processo. São estabelecidos itens de controle e metas a serem alcançadas.

Por envolver elevados orçamentos de investimento, a renovação de frota sempre é assunto polêmico e cercado de paradigmas. Muitas dessas empresas planejam seus orçamentos para substituição de frota com base em um percentual sobre a quantidade de equipamentos de transporte que compõem a mesma. Um número muito utilizado é substituir 10% (dez por cento) dos veículos em períodos também pré-definidos: de ano em ano, de dois em dois anos, e assim por diante.

No entanto, essa política de substituição na maioria dos casos não supre as reais necessidades. Isso faz que com o passar dos anos aumente a

quantidade de veículos que já deveriam ter sido substituídos, porém, ainda permanecem na frota. Esse grupo de veículos chama-se "demanda reprimida".

Nesse sentido, torna-se necessário que o gestor da frota, valendo-se de critérios econômicos e técnicos, elabore projeto que permita a empresa conhecer as reais necessidades de substituição da frota, bem como, quais as consequências resultantes da decisão de substituir ou não.

Os equipamentos de transporte em geral, têm um ciclo de vida durante o qual desempenham suas funções dentro de padrões adequados de produtividade, segurança e economicidade. Isso coloca o gestor frente as seguintes questões:

- qual o momento ideal de substituir o equipamento de transporte?
- qual a prioridade de substituição?

Essas decisões são complexas e muitas vezes estão vinculadas à política financeira da empresa. Portanto, entre os inúmeros fatores que influenciam na decisão sobre a renovação da frota, a viabilidade econômica deve ser preponderante, auxiliada pela avaliação da condição técnica do equipamento de transporte para priorização das necessidades de substituição.

Com esse enfoque principal, os critérios para renovação da frota estão baseados na determinação da "vida útil econômica", a partir dos custos operacionais dos equipamentos de transporte, propondo métodos para determinação do "ponto econômico de substituição" e de critérios para avaliação da condição técnica para definir prioridades de forma a oferecer alternativas de investimentos.

Contudo, deve-se prevenir que um estudo de substituição de frota

desenvolvido por uma empresa pode não servir para outra. A sistemática e os padrões de manutenção, bem como, as condições de operação, são variáveis que alteram substancialmente os custos operacionais e conseqüentemente a vida útil econômica do equipamento de transporte.

Em outras palavras, um estudo de substituição desenvolvido por uma empresa para uma determinada categoria de equipamento de transporte, somente poderá ter seus resultados utilizados por outra empresa, se esta segunda tiver equipamentos de transporte de mesma categoria, trabalhando em condições operacionais semelhantes e com sistemática e padrões de manutenção similares.

Todos os métodos têm alguma deficiência, principalmente porque não existe substituto para o julgamento de um gerente competente. Entretanto, se pudermos assistir esse gerente competente com uma adequada metodologia de renovação de frota, acreditamos que um grande número de incertezas e dificuldades podem ser evitadas.

As metodologias para cálculo do ponto econômico de substituição apresentadas nesse trabalho, ficam, assim, disponíveis como ferramental para que cada gestor de frota selecione aquela que mais lhe convier, em função do tipo de dados armazenados pela empresa, do nível de agregação, da qualidade, da quantidade, da capacitação pessoal e dos recursos materiais para manipulação desses dados.

No Capítulo 2 foram apresentadas metodologias que possibilitam ao gestor da frota determinar o melhor momento de substituir os equipamentos de transporte considerando-se aspectos econômicos.

Essas metodologias levam em consideração o custo de ter (ou possuir) e o custo de manter os equipamentos que compõe a frota. O custo de manter, um dos principais componentes para determinação do ponto econômico de substituição, é expresso pelo histórico do custo de manutenção da frota ao longo dos anos.

Dependendo do tamanho da frota, é indispensável a necessidade de um sistema informatizado com um módulo específico para apuração e controle dos custos relativos à frota. As empresas que dispõem de um sistema desse tipo implantado a anos, têm relativa facilidade de apurar seus custos históricos de manutenção.

Porém, imaginemos uma empresa que tenha implantado a pouco tempo ou que esteja implantando o sistema informatizado para apuração e controle dos custos relativos a sua frota:

- necessitará esperar de cinco a sete anos para formação do histórico dos custos de manutenção, para depois poder aplicar as metodologias de determinação do ponto econômico de substituição dos equipamentos de transporte que compõem sua frota?

De fato, em alguns casos a necessidade de compor o histórico dos custos de manutenção da frota ao longo de vários anos, pode ser fator que impossibilite a aplicação imediata das metodologias abordadas até o momento.

Desta forma, propomos nesse capítulo metodologia que proporcione alternativa viável para solução desse problema.

Conforme dissemos anteriormente, as frotas das empresas prestadoras de serviço como telefonia, saneamento e distribuição de energia, normalmente

grandes frotas, na maior parte dos casos apresentam características peculiares que vêm se mantendo mesmo após o processo de privatização pelo qual algumas já passaram.

Enquanto de domínio estatal, as aquisições são realizadas através de licitações públicas, sendo fornecedor aquele que apresentar a melhor proposta financeira que atenda as especificações técnicas do edital de licitação. Assim, uma característica comum a essas frotas é a variedade de marcas e modelos de veículos, gerando dificuldade de padronização.

Outro fator que influencia o perfil dessas frotas são os critérios de substituição que vêm sendo aplicados. Muitas vezes, a falta de uma política bem definida de renovação de frota aliada à restrições orçamentárias, acabam fazendo com que os veículos sejam substituídos em prazos e quantidades inadequados. Isso confere uma característica peculiar à frota que é a heterogeneidade das idades (anos de uso) dos equipamentos de transporte que a compõe.

A metodologia que propomos nesse capítulo também baseia-se nos princípios econômicos das metodologias apresentadas no Capítulo 2. Assim como naqueles casos, os custos de ter (ou possuir) e de manter (manutenção) são fundamentais para obtenção dos custos totais e custos médios por período. O ponto econômico de substituição ocorre quando os custos médios igualam-se aos custos totais.

No entanto, a diferença circunstancial é o fato de ter seus cálculos baseados no histórico de custos relativos apenas ao último período, normalmente os últimos doze meses. Mas como isso é possível?

Para entendermos melhor como isso pode ser possível, analisemos dois casos hipotéticos de frotas:

No 1º caso uma empresa possui frota de 120 veículos de mesma categoria, todos com mesmo ano de fabricação. Estamos em setembro de 2001; supondo-se que a empresa iniciou suas atividades em janeiro de 1999 quando adquiriu 120 veículos novos para compor a frota e que desde então registra os dados de utilização e custos de manutenção relativos a essa frota, hoje já conta com histórico que reflete o comportamento dos custos de manutenção no primeiro (1999), segundo (2000) e parte do terceiro ano de uso (janeiro à setembro de 2001).

Talvez esse histórico não seja suficiente para refletir qual a tendência dos custos de manutenção e, conseqüentemente, seja insuficiente para que a empresa possa realizar um estudo para definição do ponto econômico de substituição desses veículos. Portanto, necessitará registrar os dados relativos a utilização e custos da frota por mais alguns anos.

No 2º caso uma Empresa possui frota de 120 veículos com idades heterogêneas, ou seja, veículos com diferentes anos de fabricação:

20 veículos com ano de fabricação 1994;

20 veículos com ano de fabricação 1995;

20 veículos com ano de fabricação 1996;

20 veículos com ano de fabricação 1997;

20 veículos com ano de fabricação 1998;

20 veículos com ano de fabricação 1999.

Essa empresa iniciou suas atividades em janeiro de 1994 quando



adquiriu os primeiros 20 veículos de sua frota e, a partir de então, adquiriu por ano mais 20 veículos até totalizar em 1999 uma frota de 120 unidades, todas pertencentes a uma mesma categoria de veículo. Suponhamos que a empresa iniciou o registro dos dados de utilização e custos relativos a frota em janeiro de 2000, com a implantação do sistema informatizado de transporte.

Estamos em setembro de 2001, então, podemos concluir que o seu histórico de custos de manutenção é de somente um ano (2000) e nove meses (janeiro à setembro de 2001) e, portanto, difícil de refletir a tendência desses custos para utilização em um estudo de determinação de ponto econômico de substituição dos veículos da frota. Será mesmo?

Primeiramente, analisemos o seguinte fato: em 2001, os veículos com ano de fabricação 1994 serão veículos com sete anos de uso; os veículos 1995 serão veículos com seis anos de uso; os 1996 serão veículos com cinco anos de uso; os 1997 serão veículos com quatro anos de uso; os 1998 serão veículos com três anos de uso e os 1999 serão veículos com dois anos de uso.

Tabela 3.1 - Exemplo Frota com Idades Médias Heterogêneas

A	B	C	D
Ano de Fabricação	Quantidade de Veículos	Custo Total de Manutenção - R\$	Custo Unitário de Manutenção - R\$
1994	20	10.000,00	500,00
1995	20	13.000,00	650,00
1996	20	15.000,00	750,00
1997	20	18.000,00	900,00
1998	20	22.000,00	1.100,00
1999	20	26.000,00	1.300,00

Agora, com auxílio do sistema informatizado de transporte, elaboramos

relatório que informe por ano de fabricação (coluna A), a quantidade de veículos (coluna B) e quanto os mesmos gastaram em manutenção (coluna C) no último período (últimos doze meses - período de um ano). Valores hipotéticos.

Dividindo-se o custo total de manutenção (coluna C) pela quantidade de veículos (coluna B), podemos calcular o custo unitário de manutenção (coluna D). Os resultados podem ser interpretados da seguinte forma: um veículo com ano de fabricação 1994, portanto, com sete anos de uso, está gastando em média R\$ 500,00. Um veículo 1995, seis anos de uso, está gastando em média R\$ 650,00. Um veículo com ano de fabricação 1996, cinco anos de uso, está gastando em média R\$ 750,00. E assim por diante.

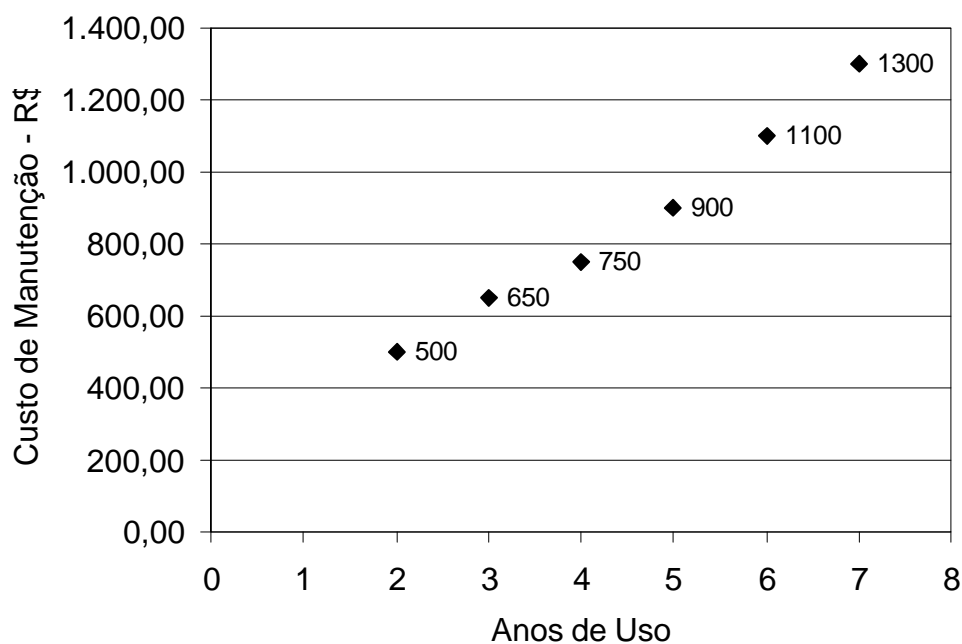
Levando-se os resultados ao plano da Figura 3.1, onde o eixo das abscissas representa o número de períodos anuais de utilização e o eixo das ordenadas o custo de manutenção (em R\$), criamos uma dispersão representativa dos custos de manutenção ao longo do tempo. Ajustando-se uma função contínua a esses pontos, podemos traçar a "curva de custo de manutenção" dos veículos dessa frota e estimarmos sua tendência ao longo dos anos.

Portanto, utilizando-se de uma característica da frota que é a heterogeneidade das idades médias dos veículos que a compõe, é possível determinarmos a tendência dos custos de manutenção desses veículos, sem que necessitemos esperar vários anos para compor o histórico de manutenção.

Outro benefício desse raciocínio é que, como está baseado em dados relativos ao último período de utilização, normalmente período anual, tem

pouca influência de questões relativas a reajustes de preços de peças e serviços e questões inflacionárias, considerando-se uma economia estável.

Figura 3.1 - Dispersão dos Custos Unitários de Manutenção ao Longo dos Anos de Uso



A partir de agora, descrevemos o passo-a-passo da metodologia proposta, desde a composição da frota, passando pela coleta e processamento dos dados, cálculo dos custos totais e médios, e determinação do ponto econômico de substituição e vida útil econômica do equipamento de transporte.

A seqüência de cálculos é exposta de forma que facilite o leitor entender a metodologia como se estivesse elaborando uma planilha, conforme a que será utilizada no estudo de caso do Capítulo 4.

### **3.2 Composição da Frota**

Uma grande frota pode apresentar uma grande variedade de equipamentos de transporte em sua composição. Normalmente esses equipamentos diferenciam-se por características construtivas associadas a finalidade a que se destinam.

Nas empresas prestadoras de serviço, foco de nosso estudo, sugere-se inicialmente dividir a frota em três grandes grupos: equipamentos para movimentação de materiais, equipamentos para elevação de pessoas e equipamentos para transporte de pessoas e/ou materiais.

Pertencem ao grupo dos equipamentos para movimentação de materiais, os guindastes propriamente ditos, os guindastes hidráulicos veiculares (guindautos), as empilhadeiras e outros que, como esses, tenham finalidade principal de movimentar materiais.

Os equipamentos para elevação de pessoas são representados principalmente pelas cestas aéreas e escadas que, de acordo com o tipo de acionamento, podem ser classificadas em hidráulicas, elétricas ou mecânicas (manuais). Alguns tipos de guindautos podem receber na extremidade de suas lanças, um acessório que é um cesto para utilização na elevação de pessoas, funcionando como uma cesta aérea.

Os equipamentos para transporte de pessoas e/ou materiais podem ser subdivididos em três grupos: transporte aéreo, transporte aquático (marítimo, fluvial ou lacustre) e transporte terrestre. Os primeiros são representados por aeronaves: aviões e helicópteros. O segundo grupo são embarcações em

geral: barcos, lanchas, botes, chatas, balsas, etc.

Já os equipamentos de transporte terrestre, normalmente ampla maioria nas frotas, são representados pelos veículos de forma geral. Por abrangerem uma variedade muito grande de tipos construtivos, é imprescindível subdividi-los em categorias. Recomenda-se que as categorias estejam de acordo com a classificação do Código Nacional de Trânsito: automóvel de passageiros, camioneta de uso misto, camioneta de carga, utilitário, motocicleta, caminhão, ônibus e microônibus, reboque e semi-reboque.

Voltando a questão da determinação do ponto econômico de substituição do equipamento de transporte, é importante destacar que dentro de uma mesma categoria, pode haver componentes cujos custos de manutenção apresentam comportamento completamente diferentes uns dos outros em função de características específicas.

Uma vez que qualquer metodologia que trate da determinação do ponto econômico de substituição sofre influência direta dos custos de manutenção, é importante que o grupo estudado seja o mais homogêneo possível quanto as suas características construtivas, operacionais e consequentemente de custos. Para tanto, as categorias podem ser divididas em subcategorias de acordo com critérios como: marca do veículo, modelo do veículo, tração: 4x2 ou 4x4, capacidade de carga, tipo de utilização: urbana ou rural, etc.

### 3.3 Relatório de Dados

Após definição da composição da frota com seus grupos, categorias e subcategorias, deve-se dispor dos dados que serão utilizados no cálculo do ponto econômico de substituição. A metodologia de cálculo emprega basicamente dados de utilização e custos da frota.

A coleta dos dados deve ser referente ao último período – últimos doze meses (período anual) a contar da data de realização do estudo. Em um ano tem-se uma boa amostragem do comportamento da frota tanto nas épocas do ano em que o nível de utilização da frota é mais intenso, quanto nas épocas em que o nível de utilização cai, como períodos de férias.

Obviamente que dependendo do tamanho da frota, a coleta de dados pode tornar-se muito difícil ou quase impossível caso a empresa não possua um sistema informatizado apropriado para isso. Portanto, torna-se indispensável que o grande frotista possua sistema informatizado capaz de coletar, processar e fornecer indicadores gerenciais sobre sua frota.

Propõe-se que os dados relativos ao último período (últimos doze meses a contar da data do estudo), sejam apresentados na forma de relatório e contenha pelo menos as seguintes informações por ano de fabricação dos veículos: quantidade de veículos, quilometragem rodada, custo de manutenção preventiva, custo de manutenção corretiva, custo com reformas, custo com acidentes, quantidade de litros de combustível consumido e custo com combustível.

Tabela 3.2 - *Layout* Relatório de Dados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Ano de Fabric.	Qtde. de Veículos	Quilom. Rodada	Manut. Preventiva R\$	Manut. Corretiva R\$	Total Manut. R\$	Custo Reforma	Custo Acidentes	Qtde. Comb.	Custo Comb. R\$
1	2000									
2	1999									
3	1998									
4	1997									
5	1996									
6	1995									
7	1994									
8	1993									

A Tabela 3.2 sugere o *layout* do relatório. Para um melhor entendimento, fazemos algumas análises:

- coluna A: lista todos os anos de fabricação dos veículos que compõem a frota (grupo, categoria ou subcategoria) que está sendo pesquisada. Na Tabela 3.2, por tratar-se de um exemplo, listamos veículos com ano de fabricação 2000 até 1993;

Comentário: obviamente que se na frota (grupo, categoria ou subcategoria) pesquisada para composição do relatório, existissem, por exemplo, veículos com ano de fabricação: 1998, 1995, 1993, 1990 e 1988, seriam somente esses anos que apareceriam na coluna A. Portanto, na célula A1 (cruzamento da coluna A com linha 1) teríamos o ano 1998, na célula A2 (cruzamento da coluna A com linha 2) o ano 1995 e assim por diante até a célula A5 (cruzamento da coluna A com linha 5) com o ano 1988. Por convenção listamos do ano de fabricação mais recente para o mais velho. O raciocínio utilizado nesse comentário é válido para todas as grandezas listadas nas demais colunas.

- coluna B: quantidade de veículos no período considerado, correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula B1 (cruzamento da coluna B com linha 1) é a quantidade de veículos na frota (grupo categoria ou subcategoria pesquisados) com ano de fabricação 2000; célula B2 (cruzamento da coluna B com linha 2) é a quantidade de veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante. Recorrendo-se ao comentário anterior, se no grupo de veículos pesquisados para composição do relatório, existissem, por exemplo, veículos com ano de fabricação: 1998, 1995, 1993, 1990 e 1988, então, a célula B1 seria a quantidade de veículos com ano de fabricação 1998, a célula B2 a quantidade de veículos com ano de fabricação 1995 e assim por diante até a célula B5 com a quantidade de veículos com ano de fabricação 1988.
- coluna C: quilometragem rodada no período considerado, pelos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula C1 (cruzamento da coluna C com linha 1) é a quilometragem rodada no período considerado, pelos veículos com ano de fabricação 2000; célula C2 (cruzamento da coluna C com linha 2) é a quilometragem rodada no período considerado, pelos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.
- coluna D: custo com manutenção preventiva no período considerado, dos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula D1 (cruzamento da coluna D com linha 1) é o custo com manutenção preventiva no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 2000; célula D2 (cruzamento da coluna D com linha 2) é o custo



com manutenção preventiva no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.

- coluna E: custo com manutenção corretiva no período considerado, dos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula E1 (cruzamento da coluna E com linha 1) é o custo com manutenção corretiva no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 2000; célula E2 (cruzamento da coluna E com linha 2) é o custo com manutenção corretiva no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.
- coluna F: custo total com manutenção no período considerado, dos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. O custo total de manutenção é a soma dos custos com manutenção preventiva (coluna D) e corretiva (coluna E). Da Tabela 3.2, temos: célula F1 (cruzamento da coluna F com linha 1) é o custo total com manutenção no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 2000; célula F2 (cruzamento da coluna F com linha 2) é o custo total com manutenção no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.
- coluna G: custo com reformas no período considerado, dos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula G1 (cruzamento da coluna G com linha 1) é o custo com reformas no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 2000; célula G2 (cruzamento da coluna G com linha 2) é o custo com reformas no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.
- coluna H: custo com reparações devido acidentes no período considerado,

dos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula H1 (cruzamento da coluna H com linha 1) é o custo com reparações devido acidentes no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 2000; célula H2 (cruzamento da coluna H com linha 2) é o custo com reparações devido acidentes no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.

- coluna I: quantidade de litros de combustível consumida no período considerado, pelos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula I1 (cruzamento da coluna I com linha 1) é a quantidade de litros de combustível consumida no período considerado, pelos veículos com ano de fabricação 2000; célula I2 (cruzamento da coluna I com linha 2) é a quantidade de litros de combustível consumida no período considerado, pelos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.
- coluna J: custo com combustível no período considerado, dos veículos correspondentes aos respectivos anos de fabricação. Da Tabela 3.2, temos: célula J1 (cruzamento da coluna J com linha 1) é o custo com combustível no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 2000; célula J2 (cruzamento da coluna J com linha 2) é o custo com combustível no período considerado, dos veículos com ano de fabricação 1999; e assim por diante.

Os valores de custos com manutenção e combustível, quilometragem rodada e quantidade de combustível consumida, de uma frota (grupo, categoria ou subcategoria) em um determinado período, são obtidos somando-se os correspondentes valores de cada um de seus componentes ao longo do

período desejado.

No entanto, deve-se ter cuidado especial com a quantidade de frota (grupo, categoria ou subcategoria) relativo a um período. Em um período, é possível que saiam ou entrem veículos na frota. Nesse caso, qual a quantidade de frota a ser considerada?

A quantidade de frota tem impacto direto nos cálculos de médias e grandezas unitárias. Para resolver esse problema, a quantidade de frota deve ser contada proporcionalmente ao número de meses que o veículo permaneceu na frota no período considerado. Como trabalhamos com período de doze meses (período anual), cada mês que o veículo permaneceu na frota nesse período será contado como um doze avos. Assim, o veículo que tenha permanecido seis meses na frota, contará como meio veículo ao final do período ( $6/12 = 0,5$ ); o veículo que tenha entrado na frota nos últimos três meses do período considerado, contará como um quarto de veículo ao final do período ( $3/12 = 0,25$ ); o veículo que tenha permanecido os doze meses contará com um veículo ao final do período ( $12/12 = 1$ ); e assim por diante.

Para exemplificarmos o que pode acontecer caso não se tome o cuidado de contar a quantidade de veículos proporcionalmente ao número de meses que o mesmo permaneceu na frota no período pesquisado, analisemos a seguinte situação:

- imagine uma frota de 10 veículos que gastaram juntos R\$ 10.000,00 (dez mil reais) em manutenção nos últimos doze meses. Desses, sete permaneceram na frota durante os doze meses pesquisados, porém, um deles entrou na frota nos últimos seis meses do período pesquisado e os

outros dois entraram juntos na frota nos últimos três meses do mesmo período.

Fazendo-se o cálculo do custo médio ou unitário de manutenção sem considerar o tempo de permanência dos veículos na frota no período considerado, temos que cada um gastou em média R\$ 1.000,00 (um mil reais) em manutenção –  $R\$ 10.000,00 \div 10 = R\$ 1.000,00$  por veículo.

No entanto, levando-se em conta a proporcionalidade de tempo de permanência na frota no período considerado, o custo total de manutenção deve ser dividido por: 7 – correspondente aos veículos que permaneceram na frota durante os doze meses do período considerado; mais 0,5 – correspondente ao veículo que entrou na frota nos últimos seis meses do período considerado ( $6/12 = 0,5$ ) e mais duas vezes 0,25 – correspondente aos dois veículos que entraram na frota nos últimos três meses do período considerado ( $3/12 = 0,25$ ). Portanto, temos:

$R\$ 10.000,00 \div (7 + 6/12 + 3/12 + 3/12) = R\$ 1.250,00$  por veículo.

O mesmo raciocínio será aplicado caso no período considerado hajam veículos que saiam da frota. Por exemplo, um veículo que tenha ficado apenas os cinco primeiros meses do período considerado, será contado como cinco doze avos de veículo –  $5/12$ .

### 3.4 Custo de Posse (ou Custo de Ter)

O custo de posse, também chamado custo de ter ou custo de possuir, é constituído por dois componentes: a depreciação e a remuneração de capital. Tanto a depreciação quanto a remuneração de capital têm relação direta com o valor de mercado do equipamento de transporte.

No Capítulo 2, estudamos que o custo de depreciação está relacionado à perda de valor do equipamento de transporte, à medida que vai sendo utilizado e ficando velho. Normalmente, essa desvalorização é ditada pelo mercado de equipamentos usados, sendo influenciado por fatores diversos: preço do equipamento novo, marca, modelo, aceitação do mercado, etc. É importante destacar que estamos falando de uma depreciação operacional, custo efetivo, e não de depreciação contábil com taxas pré-estabelecidas pela legislação. Essa diferenciação será melhor esclarecida no estudo de caso abordado no Capítulo 4.

Também no Capítulo 2, estudamos que a remuneração de capital é o custo de oportunidade, calculado com base numa taxa de mínima atratividade (TMA) da empresa ou por limites estabelecidos por lei sobre o capital investido na aquisição de um equipamento de transporte. No caso da TMA, cada empresa deve estudar a sua taxa padrão.

Daqui por diante, conforme havíamos dito no item 3.1, procuraremos expor a metodologia proposta como se estivéssemos construindo uma planilha de cálculo similar a que será utilizado no estudo de caso do Capítulo 4.

Tabela 3.3 - Custo de Posse

	A	B	C	D	E	F	G
	ANOS DE USO	ANO FABRIC.	VALOR MERC.	VALOR MERC. NORM.	DEPREC.	REMUN. CAPITAL	CUSTO DE POSSE
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
8							
10							

A Tabela 3.3 acima, apresenta planilha para cálculo do custo de posse, onde:

- 1) coluna A: anos de uso do veículo - para efeitos de simplificação, considera-se que os veículos do ano em que está sendo realizado o estudo, como sendo veículos com um ano de uso. Portanto, a célula A1 (cruzamento da coluna A com linha 1) receberá o número 1, a célula A2 (cruzamento da coluna A com linha 2) o número 2, e assim por diante;
- 2) coluna B: ano de fabricação do veículo - a metodologia supõe que os equipamentos de transporte sejam adquiridos novos - sem uso, ou seja, veículos zero quilômetro. Assim, a célula B1 (cruzamento da coluna B com linha 1) corresponde ao o ano em que está sendo realizado o estudo;
- 3) coluna C: valor de mercado - pesquisado em revistas, jornais ou sites do gênero. Recomenda-se: Revista Quatro Rodas, Jornal Valor Econômico ou site da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - FIEPE (<http://www.fipe.com.br>). A quantidade de registros pesquisados,

dependerá de fatores como por exemplo, o ano em que o modelo em estudo começou a ser fabricado. Quanto mais registros se conseguir, melhor. O valor da célula C1 (cruzamento da coluna C com linha 1) corresponde ao valor do veículo zero quilômetro;

- 4) coluna D: valor de mercado normalizado - com base nos valores de mercado pesquisados para alimentar a coluna C, calcula-se a taxa média de desvalorização (tmd) de um ano para o outro e, a partir do valor do veículo zero quilômetro, aplica-se a taxa para calcular o valor de mercado normalizado nos anos subsequentes. Nesse caso temos:

- taxa do 1º para o 2º ano:  $txd1 = 1 - (C2 / C1)$
- taxa do 2º para o 3º ano:  $txd2 = 1 - (C3 / C2)$
- taxa do 3º para o 4º ano:  $txd3 = 1 - (C4 / C3)$
- e assim por diante, onde txd = taxa de desvalorização anual;
- taxa média de desvalorização:

$$tmd = \sum_{1}^n \frac{txd_n}{n}$$

- valor de mercado normalizado do 1º ano: repete-se o valor do veículo zero quilômetro pesquisado,  $D1 = C1$
  - valor de mercado normalizado do 2º ano:  $D2 = D1 \times tmd$
  - valor de mercado normalizado do 3º ano:  $D3 = D2 \times tmd$
  - o raciocínio é análogo para os demais anos;
- 5) coluna E: depreciação - com base no valor de mercado normalizado calculado na coluna D, calcula-se a depreciação do ano considerado subtraindo-se do valor de mercado normalizado desse ano, o valor de

mercado normalizado do ano anterior:  $E_n = D_n - D_{n+1}$

- depreciação 1º ano:  $E_{1^\circ \text{ Ano}} = D_{1^\circ \text{ Ano}} - D_{2^\circ \text{ Ano}}$

- depreciação 2º ano:  $E_{2^\circ \text{ Ano}} = D_{2^\circ \text{ Ano}} - D_{3^\circ \text{ Ano}}$

- o raciocínio é análogo para os demais anos;

6) coluna F - remuneração de capital calculada aplicando-se a taxa de mínima atratividade (TMA) sobre os valores de mercado normalizados da coluna D.

A taxa de mínima atratividade normalmente é recomendada pela área financeira das empresas. Um percentual muito utilizado para taxa de mínima atratividade (TMA) é de 12% ao ano:  $F_n = D_n \times 12\%$ ;

7) coluna G - custo de posse: calculado somando-se a depreciação (coluna E) com a remuneração de capital (coluna F):  $G_n = E_n + F_n$

### 3.5 Quilometragem Normalizada

Normalmente nas frotas operacionais, a quilometragem rodada pelos veículos tende a decrescer com o aumento da idade dos mesmos, ou seja, quanto mais velhos os veículos, menor a utilização.

Com os dados relativos a quantidade de frota e quilometragem rodada, apurados conforme sugere o relatório abordado no item 3.3, é possível calcular a quilometragem média rodada por veículo por ano de uso e também a quilometragem média geral rodada por um veículo pertencente a frota (grupo, categoria ou subcategoria) que estamos pesquisando.

Assim como foi exemplificado no item 3.1, em virtude de estarmos tratando de uma frota composta por veículos com idades heterogêneas, ao trabalhar os dados extraídos do relatório, cria-se uma dispersão de



quilometragem média rodada por ano de uso.

Portanto, o objetivo dessa etapa da metodologia é ajustar aos dados reais uma função contínua que represente a quilometragem média anual rodada por veículo de acordo com sua idade na frota, chamada "quilometragem normalizada". A função a ser ajustada deve ser aquela que melhor expresse a tendência dos dados reais, ou seja, é uma opção a ser definida por quem estiver aplicando a metodologia.

A seguir, ilustramos o equacionamento no caso de ajustamento de uma função exponencial do tipo :  $y = a.b^x$ .

Tabela 3.4 - Quilometragem Normalizada

	A	B	H	I	J	K	L	M	N	O
	ANOS DE USO	ANO FABRIC.	QUILOM. ANUAL	QTDE. DE FROTA	QUILOM./ VEIC.	x	QUILOM./ VEIC.	y	QUILOM./ VEIC. NORM.	QUILOM. NORM. ACUM.
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

A Tabela 3.4 acima, apresenta planilha para cálculo da quilometragem normalizada, onde:

- 1) colunas A e B: retiradas da Tabela 3.3 e identificadas no item 3.4;
- 2) coluna H: quilometragem anual – valores extraídos do relatório de dados abordado no item 3.3;
- 3) coluna I: quantidade de frota – valores extraídos do relatório de dados

abordado no item 3.3;

- 4) coluna J: quilometragem por veículo – calculado dividindo-se a quilometragem anual (coluna H) pela quantidade de frota (coluna I):  

$$J_n = H_n / I_n$$
- 5) coluna K: valores de “x” – valores das abscissas para determinação da exponencial ajustada aos valores de quilometragem por veículo. Para valores de “x” tomam-se os anos de uso (coluna A) correspondentes aos valores de quilometragem por veículo (coluna J) aos quais será ajustada a exponencial. Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de quilometragem;
- 6) coluna L: quilometragem por veículo – valores de quilometragem por veículo (coluna J) aos quais será ajustada a exponencial. Caso o analista do processo constate que algum dos valores da coluna J não condiz com a realidade da frota, poderá expurgá-lo dos valores levados à coluna L. Nesse caso, deverá expurgar o correspondente valor de “x”;
- 7) coluna M: valores de “y” – valores das ordenadas para determinação da exponencial ajustada aos valores de quilometragem por veículo. Os valores de “y” são calculados aplicando-se o logaritmo na base 10 aos valores correspondentes a quilometragem por veículo (coluna L):  $M_n = \log L_n$ . Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de quilometragem;
- 8) coluna N: quilometragem normalizada por veículo – exponencial do tipo  $y = a.b^x$ , ajustada ao conjunto de pontos de abscissas da coluna K e ordenadas da coluna M.

Ajustamento da curva exponencial do tipo:  $y = a.b^x$ , onde:

$$a = \text{antilog} \left[ \bar{y} - \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right) \cdot \bar{x} \right] \quad b = \text{antilog} \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

fazendo-se:  $y = N_n$  (quilometragem normalizada – coluna N)

$x = A_n$  (anos de uso – coluna A)

$$N_n = a \cdot b^{A_n}$$

- 9) coluna O: quilometragem normalizada acumulada – calculado somando-se os valores da quilometragem normalizada anual, desde o primeiro ano de uso até o ano considerado:

$$O_n = \sum_{n=1}^n N_n$$

### 3.6 Custo de Manutenção Normalizado

Analogamente ao raciocínio aplicado no item 3.5, os dados extraídos do relatório abordado no item 3.2 criam agora uma dispersão representativa do custo de manutenção por ano de uso dos veículos. Novamente, o objetivo é ajustar aos dados reais uma função contínua que melhor os represente. Conforme dissemos anteriormente, a escolha dessa função é uma opção a ser definida por quem estiver aplicando a metodologia.

A seguir, ilustramos o equacionamento no caso de ajustamento de uma função exponencial do tipo :  $y = a.b^x$ .

Tabela 3.5 – Custo de Manutenção Normalizado

	A	B	H	P	Q	R	S	T	U	V
	ANOS DE USO	ANO FABRIC.	KM ANUAL	CUSTO MANUT. ANUAL	CUSTO MANUT. / KM	CUSTO MANUT. VIRTUAL / ANO	x	CUSTO MANUT. VIRTUAL / ANO	y	CUSTO MANUT. NORM.
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

A Tabela 3.5 apresenta planilha para cálculo do custo de manutenção normalizado, onde:

- 1) colunas A e B: retiradas da Tabela 3.3 e identificadas no item 3.4;
- 2) coluna H: quilometragem anual – valores extraídos do relatório de dados abordado no item 3.3;
- 3) coluna P: custo de manutenção anual – valores extraídos do relatório de dados abordado no item 3.3;
- 4) coluna Q: custo de manutenção por quilômetro – calculado dividindo-se o custo de manutenção anual (coluna P) pela quilometragem anual (coluna H):  $Q_n = P_n / H_n$
- 5) coluna R: custo de manutenção virtual anual por veículo – calculado multiplicando-se o custo de manutenção por quilômetro (coluna Q) pela quilometragem média anual por veículo da frota (grupo, categoria ou subcategoria) estudada. A quilometragem média anual por veículo é obtida pelo quociente entre a quilometragem anual rodada por todos os veículos

pertencentes à frota (grupo, categoria ou subcategoria) – coluna H da Tabela 3.4 e a quantidade total de veículos dessa frota (grupo, categoria ou subcategoria) – coluna I da Tabela 3.4:

$\bar{k}$  = quilometragem média anual por veículo

$$\bar{k} = \frac{\sum_{n=1}^n H_n}{\sum_{n=1}^n I_n} \quad R_n = Q_n \times \bar{k}$$

- 6) coluna S: valores de “x” – valores das abscissas para determinação da exponencial ajustada aos valores de custo de manutenção virtual anual por veículo (coluna R). Para valores de “x” tomam-se os anos de uso (coluna A), correspondentes aos respectivos valores de custo de manutenção virtual anual por veículo (coluna R), aos quais será ajustada a exponencial. Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de custo de manutenção;
- 7) coluna T: custo de manutenção virtual anual por veículo – valores transportados da coluna R, aos quais será ajustada a exponencial. Caso o analista do processo constate que algum dos valores da coluna R não condiz com a realidade da frota, poderá expurgá-lo dos valores levados à coluna T. Nesse caso, deverá expurgar o correspondente valor de “x”;
- 8) coluna U: valores de “y” – valores das ordenadas para determinação da exponencial ajustada aos valores de custo de manutenção virtual anual por veículo. Os valores de “y” são calculados aplicando-se o logaritmo na base 10 aos respectivos valores de custo de manutenção virtual anual por

veículo (coluna T):  $U_n = \log T_n$ . Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de custo de manutenção;

- 9) coluna V: custo de manutenção normalizado – exponencial do tipo  $y = a.b^x$ , ajustada ao conjunto de pontos de abscissas da coluna S e ordenadas da coluna U.

Ajustamento da exponencial do tipo:  $y = a.b^x$ , onde:

$$a = \text{antilog} \left[ \bar{y} - \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right) \cdot \bar{x} \right] \quad b = \text{antilog} \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

fazendo-se:  $y = V_n$  (custo de manutenção normalizado – coluna V)

$x = A_n$  (anos de uso – coluna A)

$$V_n = a \cdot b^{A_n}$$

### 3.7 Custo de Paralisação

Conforme dissemos no item 3.5, é normal que nas frotas operacionais a quilometragem rodada pelos veículos tenda a decrescer com o aumento da idade dos mesmos, ou seja, quanto mais velhos os veículos, menor a utilização.

Naquele mesmo item, de posse dos dados relativos a quantidade de frota e quilometragem rodada, apurados conforme sugere o relatório abordado no item 3.3, calcula-se:

- a quilometragem média rodada por veículo por ano de uso - valores da

coluna J da Tabela 3.4;

- a quilometragem média anual rodada por um veículo pertencente à frota (grupo, categoria ou subcategoria) pesquisada. Conforme visto anteriormente, a quilometragem média anual por veículo é obtida pelo quociente entre a quilometragem anual rodada por todos os veículos pertencentes à frota (grupo, categoria ou subcategoria) – coluna H da Tabela 3.4 e a quantidade total de veículos dessa frota (grupo, categoria ou subcategoria) – coluna I da Tabela 3.4:

$$\bar{k} = \frac{\sum_{n=1}^n H_n}{\sum_{n=1}^n I_n}$$

- exponencial do tipo  $y = a.b^x$ , valores da coluna N - Tabela 3.4, ajustada aos dados reais de quilometragem média rodada por veículo por ano de uso (coluna L), chamada "quilometragem normalizada".

Considera-se que numa situação ideal teórica todos os veículos rodem a mesma quilometragem independentemente de sua idade. Portanto, nessa situação nenhum veículo deve ter uma quilometragem rodada anual menor que a quilometragem média anual rodada pelos veículos da frota (grupo, categoria ou subcategoria) a que o mesmo pertence.

Quando comparamos os valores da quilometragem normalizada por veículo, coluna N - Tabela 3.4, com a quilometragem média anual por veículo, e os primeiros valores são menores, é porque o veículo não foi utilizado o quanto poderia ter sido implicando em custo extra. Uma das principais

justificativas para diminuição da quilometragem rodada, é o aumento do tempo do veículo parado em oficina para realização das manutenções (maior quantidade de peças desgastadas) ou aumento de quebras.

Esse custo extra é denominado de "custo de paralisação" e o objetivo nessa etapa da metodologia é calcular o custo decorrente dessa diminuição de disponibilidade do veículo.

A Tabela 3.6 a seguir, apresenta planilha para cálculo do custo de paralisação, onde:

Tabela 3.6 – Custo de Paralisação

	A	B	G	N	V	W
	ANOS DE USO	ANO FABRIC.	CUSTO DE POSSE	QUILOM./ VEIC. NORM.	CUSTO MANUT. NORM.	CUSTO PARALIS.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

- 1) colunas A, B e G: retiradas da Tabela 3.3 e identificadas no item 3.4;
- 2) coluna N: retirada da Tabela 3.4 e identificada no item 3.5;
- 3) coluna V: retirada da Tabela 3.5 e identificada no item 3.6;
- 4) coluna W: custo de paralisação – calculado comparando-se a quilometragem média anual por veículo com a quilometragem normalizada e aplicando-se o raciocínio a seguir. Se:



$$\bar{k} \leq N_n$$

- quilometragem média anual  $\leq$  quilometragem normalizada anual, então,  
o custo de paralisação será nulo;

$$\bar{k} > N_n$$

- quilometragem média anual  $>$  quilometragem normalizada anual, então,  
o custo de paralisação (coluna W) será calculado pela equação:

$$W_n = (G_n + V_n) \times \left( \frac{\bar{k}}{N_n} - 1 \right), \text{ onde:}$$

$W_n$  = custo de paralisação no enésimo ano;

$G_n$  = custo de posse no enésimo ano;

$V_n$  = custo de manutenção normalizado no enésimo ano;

$\bar{k}$  = quilometragem média anual por veículo

$N_n$  = quilometragem normalizada anual por veículo.

### 3.8 Custo Total Anual e Custo Médio Anual

Uma vez definidos os custos de posse (ou de ter), de manter (manutenção) e de paralisação, o objetivo agora é calcular o custo total e custo médio anual. No ponto econômico de substituição o custo médio anual atinge seu valor mínimo e, conforme demonstrado matematicamente no Capítulo 2, nesse ponto o custo médio anual se iguala ao custo total anual.

A Tabela 3.7 a seguir, apresenta planilha para cálculo do custo total anual e custo médio anual, onde:

- 1) colunas A, B e G: retiradas da Tabela 3.3 e identificadas no item 3.4;
- 2) coluna V: retirada da Tabela 3.5 e identificada no item 3.6;

- 3) coluna W: retirada da Tabela 3.6 e identificada no item 3.7;
- 4) coluna X: custo total – calculado somando-se o custo de posse (coluna G), o custo de manutenção (coluna V) e o custo de paralisação (coluna W):

$$X_n = G_n + V_n + W_n$$

- 5) coluna Y: custo médio – calculado pela média aritmética do custo total acumulado até o ano considerado:

$$Y_n = \frac{\sum X_n}{A_n}$$

Tabela 3.7 – Custo Total Anual e Custo Médio Anual

	A	B	G	V	W	X	Y
	ANOS DE USO	ANO FABRIC.	CUSTO DE POSSE	CUSTO MANUT. NORM.	CUSTO PARALIS.	CUSTO TOTAL	CUSTO MÉDIO
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Levando-se os valores de custo total anual (coluna X - Tabela 3.7) e custo médio anual (coluna Y - Tabela 3.7) a um plano cartesiano onde as abscissas representam a quilometragem rodada normalizada acumulada (coluna O - Tabela 3.4) e as ordenadas representam os custos (em unidade monetária), é possível determinar graficamente o ponto econômico de substituição localizado no ponto de cruzamento das curvas de custo total anual

e custo médio anual.

### **3.9 Parâmetros de Substituição**

As metodologias que tratam de renovação de frota normalmente preocupam-se com a determinação da "vida útil econômica" dos equipamentos de transporte, expressa em anos.

Outro diferencial da metodologia proposta nesse capítulo, é preocupação em determinar o "ponto econômico de substituição". A partir desse ponto, calcula-se três parâmetros que são utilizados na definição dos veículos que devem ser substituídos e que compõem o chamado "lote econômico de substituição".

Esses parâmetros são:

- 1) Quilometragem acumulada no ponto econômico de substituição;
- 2) Ano de fabricação dos veículos no ponto econômico de substituição - esse dado traduz-se na "vida útil econômica";
- 3) Custo de manutenção por quilômetro no ponto econômico de substituição.

#### **3.9.1 Comentários**

Depois de transcorrido tempo suficiente para formação do histórico dos custos de manutenção, é importante que a empresa confronte os resultados obtidos através da aplicação da metodologia proposta, com os resultados obtidos através das metodologias que trabalham com histórico dos custos de manutenção.

Essa análise permitirá que a empresa avalie se as metodologias levam a resultados similares, podendo nesse caso optar por aquela de maior facilidade de aplicação, ou, definir qual a metodologia que melhor se ajusta à realidade de sua frota.

Para que o leitor possa assimilar melhor a metodologia apresentada no presente capítulo e para que possamos detalhar alguns pontos cujo entendimento fica facilitado quando aplicado a valores reais, no Capítulo 4 apresentamos sua aplicação ao estudo de caso da Companhia Paranaense de Energia - Copel.

## **CAPÍTULO 4**

### **DEFINIÇÃO DO LOTE DE SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS DA FROTA DE UMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA**

#### **4.1 Introdução**

Em muitas empresas prestadoras de serviços públicos como distribuição de energia, saneamento e telefonia, que necessitam do transporte no apoio de suas atividades, a administração da função transporte sempre utilizou-se de certo grau de empirismo e experiência de alguns profissionais.

O contexto econômico, as privatizações e o cenário de competitividade cada vez mais acirrado, fez com que os gestores de todos os setores da empresa procurassem administrar seus recursos de forma eficiente visando o resultado geral da organização.

A função transporte dessas empresas, normalmente responsável por elevados orçamentos de custeio, não ficou de fora do processo. Foram estabelecidos itens de controle e metas a serem alcançadas.

Outro ponto alvo da função transporte, foi a aprovação de orçamentos para investimento em substituição de frota. Os critérios tornaram-se mais rigorosos e, como dissemos no item 1.4, a liberação dos recursos ficou condicionada a elaboração de projetos que apontassem quais os ganhos provenientes da operação.

Segundo Barreto (1999), o gestor necessitava respostas tecnicamente justificáveis para perguntas como: Quando um veículo deve ser substituído?

Por que?

Nesse sentido, passou ser fundamental que o projeto de substituição de frota estivesse calcado em metodologias que considerassem não só critérios técnicos, mas também os econômicos.

Visando demonstrar como esse problema foi abordado na Companhia Paranaense de Energia - Copel, apresentamos a seguir estudo de caso onde aplicou-se a metodologia apresentada no Capítulo 3 para subsidiar o projeto de substituição no ano de 2000.

## **4.2 Composição da Frota da Empresa Pesquisada**

A Companhia Paranaense de Energia - Copel é responsável pela geração, transmissão e distribuição de energia no estado do Paraná. Possui cerca de 2.900.000 consumidores (dois milhões e novecentos mil consumidores), 6.100 empregados (seis mil e cem empregados) e atua em uma área de 195.000 km<sup>2</sup>.

Em abril de 1999 a empresa foi reestruturada em uma Holding e cinco Unidades de Negócio e em junho de 2001 constituídas as Subsidiárias Integrais: Geração, Transmissão, Distribuição, Telecomunicações e Copel Participações.

Na tabela 4.1 é apresentada a composição da frota da empresa pesquisada, referente ao mês de outubro de 1999, distribuída pelas Unidades de Negócio e dividida em categorias baseadas na classificação do Código de Trânsito. A empresa não possui veículos contratados, ou seja, todos os veículos são próprios.

Tabela 4.1 - Composição da Frota de Veículos da Empresa Pesquisada

	GER		TRA		DIS		CTE		CTI		Holding		Total	
<b>Categorias</b>	Qtde	Idade Média	Qtde	Idade Média	Qtde	Idade Média	Qtde	Idade Média	Qtde	Idade Média	Qtde	Idade Média	Qtde	Idade Média
Autom. Passag.	47	4,6	40	4,3	331	3,7	6	4,7	20	2,6	5	3,4	<b>449</b>	<b>3,8</b>
Camion. Uso Misto	120	3,7	79	3,8	152	4,1	52	3,3	6	4,0	11	3,0	<b>420</b>	<b>3,8</b>
Camion. Carga	52	4,8	52	3,8	798	4,3	13	2,8	2	2,5	5	4,2	<b>922</b>	<b>4,3</b>
Utilitário	6	2,0	7	5,9	48	3,5					1	2,0	<b>62</b>	<b>3,6</b>
Caminhão	19	9,3	18	11,7	136	14,3	1	2,0			1	2,0	<b>175</b>	<b>13,3</b>
Motocicleta	1	2,0	1	11,0	249	4,8	1	5,0					<b>252</b>	<b>4,8</b>
<b>Total</b>	<b>245</b>	<b>4,5</b>	<b>197</b>	<b>4,7</b>	<b>1.714</b>	<b>5,0</b>	<b>73</b>	<b>3,3</b>	<b>28</b>	<b>2,9</b>	<b>23</b>	<b>3,3</b>	<b>2.280</b>	<b>4,8</b>

**Observação:**

- GER** Unidade de Negócio Geração
- TRA** Unidade de Negócio Transmissão
- DIS** Unidade de Negócio Distribuição
- CTE** Unidade de Negócio Copel Telecomunicações
- CTI** Unidade de Negócio Copel Tecnologia da Informação

### 4.3 Abordagem do Problema

O estudo de caso que abordaremos nesse capítulo, refere-se mais precisamente Unidade de Negócio Copel Distribuição, atual Subsidiária Integral Distribuição, onde atuo como engenheiro mecânico responsável pela coordenação da frota.

No segundo semestre de 1999 todas as Unidades de Negócio que compunham a Holding Copel, necessitavam de previsão orçamentária para projeto de substituição de veículos no exercício 2000.

Por orientação da Holding, os parâmetros necessários à composição do lote de substituição de cada Unidade de Negócio, hoje Subsidiárias Integrais, devem ser: iguais para todas as Unidades e calculados por categoria de veículo a partir de uma única base de dados composta por todos os veículos da empresa que pertençam a categoria.

Isso significa que cada categoria de veículo tem seus próprios parâmetros de substituição, independentemente da Unidade de Negócio.

De posse dos parâmetros define-se a composição do lote de substituição da Unidade de Negócio e elabora-se fluxo de caixa para avaliação da viabilidade econômica do projeto através da análise do valor presente líquido - VPL e taxa interna de retorno - TIR.

A seguir, aplicando-se a metodologia do Capítulo 3, apresentamos ao leitor o passo-a-passo para cálculo dos parâmetros de substituição de uma categoria de veículo e os principais componentes para elaboração do fluxo de caixa que permite avaliar a viabilidade econômica do projeto.

#### 4.3.1 Divisão e Subdivisão da Frota

Normalmente a frota composta por veículos dos mais variados tipos e modelos, deve ser agrupada em categorias. Para tanto, deve-se definir quais os critérios serão utilizados para esse agrupamento.

No caso em questão, a frota da empresa é dividida em categorias já apresentadas na Tabela 4.1. No entanto, veículos pertencentes a mesma categoria podem apresentar custos com tendências completamente diferentes em função de algumas características.

Uma vez que a metodologia aplicada baseia-se justamente no comportamento dos custos, algumas categorias são subdivididas visando melhor homogeneidade dos veículos que as compõe, de acordo com os seguintes critérios: marca/modelo, tração 4x2 ou 4x4, peso bruto total, tipo de utilização, etc. O resultado está apresentado na Tabela 4.2.



Tabela 4.2 - Divisão da Frota em Categorias e Subcategorias

<b>Categorias</b>	<b>Subcategorias</b>	<b>Exemplos de Marcas/Modelos</b>
Automóvel de Passageiros	Fusca	VW Fusca
	Pequeno	Fiat Uno 1.0 VW Gol 1.0
Camioneta de Uso Misto	Kombi	VW Kombi
	4x4	Toyota Bandeirante Jeep Longo
	Pequena	GM Corsa Wagon Fiat Elba
Camioneta de Carga	4x2	GM C-20, GM Silverado Ford F-1000
	4x4	Toyota Bandeirante Pick-up
Utilitário	4x4	Toyota Jeep Curto
Caminhão	Leve PBT < 4 t	Ford F-4000 MBB-608, MBB-709 VW 7.90S
	Médio 4t < PBT < 13 t	MBB L-1113, MBB L-1313
	Pesado PBT > 13 t	VW 24.220
Motocicleta	Cidade/Campo	Honda CG-125, Honda XL-125

### 4.3.2 Relatório de Dados

Nesse momento é de fundamental importância que a empresa possua um sistema informatizado de coleta e processamento de dados. A empresa pesquisada possui sistema informatizado de transporte desde 1984.

Uma vez definidas as categorias e subcategorias da frota, emite-se os respectivos relatórios de dados referentes aos últimos 12 meses, guardados as condições de fechamento das rotinas do sistema informatizado. O relatório, já abordado no Capítulo 3, traz as seguintes informações:

- quantidade de veículos por ano de fabricação;
- quilometragem rodada;
- custo de manutenção: preventiva e corretiva;
- custo com reformas;
- custo com acidentes;
- quantidade de litros de combustível consumido;
- custo com combustível.

O projeto de substituição da frota da empresa pesquisada englobou veículos de todas as categorias e subcategorias apresentadas na Tabela 4.2. Porém, para efeito de simplificação e para que não se torne repetitivo ao leitor, demonstraremos a aplicação da metodologia apresentada no Capítulo 3 e as considerações que se procedem, apenas a subcategoria automóveis pequenos de passageiros pertencentes a Unidade de Negócio Distribuição.

A categoria automóvel de passageiros é dividida nas subcategorias "fusca" e "pequenos", em função das diferenças técnicas e de utilização. Os primeiros são utilizados principalmente em atividades operacionais rurais, enquanto que os veículos com motor 1.0 são utilizados em atividades urbanas.

Conforme apresentado na Tabela 4.2, a subcategoria de automóveis pequenos de passageiros é composta por veículos da marca Fiat modelo Uno com motor de 1.0 litro de cilindrada e por veículos da marca Volkswagen modelo Gol também com motor 1.0 litro.

A Tabela 4.1 apresenta a quantidade de automóveis de passageiros sem separar as subcategorias: fusca e pequenos. Para que o leitor possa situar-se quanto a essas quantidades, dos 449 automóveis de passageiros da empresa,

269 são pequenos, sendo que desses, 151 pertencem a Unidade de Negócio Distribuição.

Como dissemos anteriormente, os parâmetros para substituição de uma categoria de veículo são calculados com base nos dados extraídos de todos os veículos da empresa pertencentes a essa categoria e, posteriormente, aplicados à respectiva categoria das Unidades de Negócio para composição do lote de substituição das mesmas.

Nesse estudo de caso, os últimos 12 meses correspondem ao período de julho de 1998 a junho de 1999 e, a Tabela 4.3, apresenta os dados dos 269 automóveis pequenos de passageiros da empresa pesquisada.

Tabela 4.3 - Relatório de Dados - Automóveis Pequenos de Passageiros

Ano	Qtde. Veíc.	Quilom. Rodada	Manut. Prev.	Manut. Corret.	Total Manut.	Reforma	Acidentes	Qtde Comb.	Custo Comb.
1997	104,58	2.006.766	15.635	30.330	45.965	2.297	1.617	167.387	151.708
1996	22,83	425.136	7.079	12.153	19.232		623	38.261	34.393
1995	34,33	664.008	14.624	21.928	36.552		100	61.375	55.268
1994	57,17	1.060.020	19.412	46.245	65.657	330		95.182	86.539
1993	27,00	489.113	8.989	27.862	36.851	40	518	45.940	40.309
1992	11,75	176.234	8.711	12.720	21.431			16.637	14.984
1991	2,50	42.663	629	1.395	2.024			3.685	3.253
1990	9,00	165.272	12.284	16.265	28.549	6.630		15.730	14.926

#### Observações:

- 1) Conforme explicado no Capítulo 3, a quantidade de veículos é proporcional ao número de meses que o veículo esteve na frota no período considerado pelo relatório. Portanto, como o relatório abrange 12 meses, cada mês que o veículo permaneceu na frota contará 1/12 (um doze avos);
- 2) Os valores monetários estão em Reais - R\$.

### 4.3.3 Custo de Posse

O custo de posse tem relação direta com o valor de mercado do veículo. O comportamento do valor de mercado de um veículo ao longo de sua vida útil depende de diversos fatores, desde os econômicos, até a própria marca/modelo e conservação do mesmo.

O valor de mercado é pesquisado em publicações do gênero como revistas e jornais. Na Tabela 4.4, a coluna C apresenta os valores de mercado da categoria automóveis pequenos de passageiros, pesquisados na Revista Quatro Rodas, tomando-se por base um veículo marca Fiat modelo Uno 1.0. Vale lembrar que o estudo de caso acontece no 2º semestre de 1999 e, portanto, o veículo zero quilômetro é o de ano 99.

Considerações gerais e procedimentos de cálculo, referente aos valores apresentados na Tabela 4.4:

- 10) valores monetários em Reais - R\$, isentos de inflação;
- 11) coluna A: anos de uso do veículo - para efeitos de simplificação, considera-se que os veículos do ano em que está sendo realizado o estudo, no caso 1999, como sendo veículos com um ano de uso e assim por diante;
- 12) coluna B: ano de fabricação do veículo - uma vez que a empresa adquire somente veículos zero quilômetro, inicia-se com o ano em que está sendo realizado o estudo, sendo que o valor de mercado nesse ano corresponde ao valor do veículo zero quilômetro;
- 13) coluna C: valor de mercado - pesquisado em revistas e jornais do gênero. Nesse caso os valores foram pesquisados na Revista Quatro Rodas, tomando-se por base o valor de um veículo marca Fiat modelo Uno 1.0 -

categoria automóvel pequeno de passageiros;

14) coluna D: valor de mercado normalizado - com base nos valores da coluna C, calcula-se a taxa média de desvalorização de um ano para o outro e, a partir do valor do veículo zero quilômetro, aplica-se a taxa para calcular o valor de mercado normalizado do segundo ano e nos anos subsequentes.

Nesse caso temos:

- taxa do 1º para o 2º ano:  $1 - (9.826/12.800) = 0,2323$
- taxa do 2º para o 3º ano:  $1 - (8.975 / 9.826) = 0,0866$
- taxa do 3º para o 4º ano:  $1 - (8.457 / 8.975) = 0,0577$
- taxa do 4º para o 5º ano:  $1 - (7.420 / 8.457) = 0,1226$
- taxa do 5º para o 6º ano:  $1 - (6.259 / 7.420) = 0,1565$
- taxa do 6º para o 7º ano:  $1 - (5.773 / 6.259) = 0,0776$
- taxa do 7º para o 8º ano:  $1 - (5.430 / 5.773) = 0,0594$
- taxa do 8º para o 9º ano:  $1 - (4.928 / 5.430) = 0,0924$
- taxa média:  $0,1106 \cong 11,1\%$  ao ano
- valor de mercado normalizado do 1º ano: repete-se o valor do veículo zero quilômetro pesquisado = 12.800
- valor de mercado normalizado do 2º ano:  $12.800 \times (1 - 0,1106) = 11.384$
- valor de mercado normalizado do 3º ano:  $11.384 \times (1 - 0,1106) = 10.124$
- o raciocínio é análogo para os demais anos;

15) coluna E: depreciação - com base no valor de mercado normalizado calculado na coluna D, calcula-se a depreciação do ano considerado subtraindo-se do valor de mercado normalizado desse ano, o valor de mercado normalizado do ano anterior:  $E_n = D_n - D_{n+1}$

- depreciação 1º ano:  $E_{1^\circ \text{ Ano}} = D_{1^\circ \text{ Ano}} - D_{2^\circ \text{ Ano}} = 12.800 - 11.384 = 1.416$
- depreciação 2º ano:  $E_{2^\circ \text{ Ano}} = D_{2^\circ \text{ Ano}} - D_{3^\circ \text{ Ano}} = 11.384 - 10.124 = 1.260$
- o raciocínio é análogo para os demais anos

16) coluna F - remuneração de capital calculada aplicando-se a taxa de mínima atratividade (TMA) sobre os valores de mercado normalizados da coluna D.

A área financeira da empresa em questão recomenda a utilização de uma TMA de 12% ao ano:  $F_n = D_n \times 12\%$ ;

17) coluna G - custo de posse: calculado somando-se a depreciação (coluna E) com a remuneração de capital (coluna F):  $G_n = E_n + F_n$

Tabela 4.4 - Custo de Posse - Automóvel Pequeno de Passageiros

A	B	C	D	E	F	G
ANOS DE USO	ANO	VALOR MERC.	VALOR MERC. NORM.	DEPREC.	REMUN. CAPITAL	CUSTO DE POSSE
1	1999	12.800	12.800	1.416	1.536	2.952
2	1998	9.826	11.384	1.260	1.366	2.626
3	1997	8.975	10.124	1.120	1.215	2.335
4	1996	8.457	9.004	996	1.080	2.077
5	1995	7.420	8.007	886	961	1.847
6	1994	6.259	7.121	788	855	1.643
7	1993	5.773	6.333	701	760	1.461
8	1992	5.430	5.632	623	676	1.299
9	1991	4.928	5.009	554	601	1.155
10	1990		4.455	493	535	1.028
11	1989		3.962	438	475	914
12	1988		3.523	390	423	813
13	1987		3.134	347	376	723
14	1986		2.787	308	334	643
15	1985		2.478	274	297	572
16	1984		2.204	244	264	508
		88,5%	1.960			
		11,1%				

#### 4.3.4 Quilometragem Rodada Normalizada

Com os dados de quantidade de frota e quilometragem rodada extraídos do relatório apresentado na Tabela 4.3, é possível calcular a quilometragem média rodada por veículo por ano de uso.

A prática mostra que normalmente essa quilometragem tende a decrescer quanto maior é a idade do veículo, ou seja, quanto mais “velho” menor a taxa de utilização. Nesse instante, o objetivo é ajustar aos dados reais uma exponencial que represente a quilometragem média anual rodada por veículo de acordo com sua idade na frota, conforme mostrado na Tabela 4.5.

Considerações gerais e procedimentos de cálculo, referente aos valores apresentados na Tabela 4.5:

- 10) colunas A e B: retiradas da Tabela 4.4 e identificadas no item 4.3.3;
- 11) coluna H: quilometragem anual – dados retirados da Tabela 4.3;
- 12) coluna I: quantidade de frota – dados retirados da Tabela 4.3;
- 13) coluna J: quilometragem por veículo – calculado dividindo-se a quilometragem anual (coluna H) pela quantidade de frota (coluna I):  

$$J_n = H_n / I_n$$
- 14) coluna K: valores de “x” – valores das abscissas para determinação da exponencial ajustada aos valores de quilometragem por veículo. Para valores de “x” tomam-se os anos de uso (coluna A) correspondentes aos valores de quilometragem por veículo (coluna J) aos quais será ajustada a curva. Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de quilometragem;

Tabela 4.5 - Quilometragem por Veículo Normalizada - Automóvel Pequeno de Passageiros

A	B	H	I	J	K	L	M	N	O
ANOS DE USO	ANO	QUILOM. ANUAL	QTDE. DE FROTA	QUILOM./ VEÍC.	x	QUILOM./ VEÍC.	y	QUILOM./ VEÍC. NORM.	QUILOM. NORM. ACUM.
1	1999				3	19.189	4,28	19.873	19.873
2	1998				4	18.622	4,27	19.514	39.386
3	1997	2.006.766	104,58	19.189	5	19.342	4,29	19.161	58.548
4	1996	425.136	22,83	18.622	6	18.542	4,27	18.816	77.363
5	1995	664.008	34,33	19.342	7	18.115	4,26	18.476	95.839
6	1994	1.060.020	57,17	18.542	8	14.999	4,18	18.142	113.981
7	1993	489.113	27,00	18.115	9	17.065	4,23	17.815	131.796
8	1992	176.234	11,75	14.999	10	18.364	4,26	17.493	149.289
9	1991	42.663	2,50	17.065				17.177	166.466
10	1990	165.272	9,00	18.364				16.867	183.334
11	1989							16.563	199.896
12	1988							16.264	216.160
13	1987							15.970	232.130
14	1986							15.682	247.811
15	1985							15.399	263.210
16	1984							15.121	278.331
		5.029.212	269,16			-0,0079	4,31		
		18.685							

- 15) coluna L: quilometragem por veículo – valores de quilometragem por veículo (coluna J) aos quais será ajustada a exponencial. Caso o analista do processo constate que algum dos valores da coluna J não condiz com a realidade da frota, poderá expurgá-lo dos valores levados à coluna L;
- 16) coluna M: valores de “y” – valores das ordenadas para determinação da exponencial ajustada aos valores de quilometragem por veículo. Os valores de “y” são calculados aplicando-se o logaritmo na base 10 aos valores correspondentes a quilometragem por veículo (coluna J):  $M_n = \log (L_n)$ . Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de quilometragem;



17) coluna N: quilometragem normalizada por veículo – exponencial do tipo

$y = a.b^x$ , ajustada ao conjunto de pontos de abscissas da coluna K e ordenadas da coluna M.

Ajustamento da curva exponencial do tipo:  $y = a.b^x$ , onde:

$$a = \text{antilog} \left[ \bar{y} - \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right) \cdot \bar{x} \right] \quad b = \text{antilog} \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

Tabela 4.6 – Dados para Ajustamento da Exponencial – Quilometragem por

Veículo Normalizada

n	x	y	x.y	x <sup>2</sup>
1	3	4,28	12,85	9
2	4	4,27	17,08	16
3	5	4,29	21,43	25
4	6	4,27	25,61	36
5	7	4,26	29,81	49
6	8	4,18	33,41	64
7	9	4,23	38,09	81
8	10	4,26	42,64	100
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>34,04</b>	<b>220,91</b>	<b>380,00</b>

$$\bar{x} = \frac{52}{8} = 6,50 \quad \bar{y} = \frac{34,04}{8} = 4,25$$

$$a = \text{antilog} \left[ 4,25 - \left( \frac{220,91 - \frac{52 \cdot 34,04}{8}}{380 - \frac{(52)^2}{8}} \right) \cdot 6,50 \right] = 20.237,89$$

$$b = \text{antilog}\left(\frac{220,91 - \frac{52 \cdot 34,04}{8}}{380 - \frac{(52)^2}{8}}\right) = 0,98195$$

logo:  $y = 20.237,89 \cdot 0,98195^x$

fazendo-se:  $y = N_n$  (quilometragem normalizada – coluna N)

$x = A_n$  (anos de uso – coluna A)

$$N_n = 20.237,89 \cdot 0,98195^{A_n}$$

tem-se:  $N_1 = 20.237,89 \cdot 0,98195^1 = 19.873$

$$N_2 = 20.237,89 \cdot 0,98195^2 = 19.514$$

$$N_3 = 20.237,89 \cdot 0,98195^3 = 19.161, \text{ e assim por diante.}$$

18) coluna O: quilometragem normalizada acumulada – calculado somando-se os valores da quilometragem normalizada anual, desde o primeiro ano de uso até o ano considerado:

$$O_n = \sum_{n=1}^n N_n$$

#### 4.3.5 Custo de Manutenção Normalizado

Com base nos dados da Tabela 4.3, o objetivo agora é ajustar aos dados reais uma exponencial que represente a tendência do custo de manutenção anual por veículo de acordo com sua idade na frota, conforme mostrado na Tabela 4.7.

Considerações gerais e procedimentos de cálculo, referente aos valores apresentados na Tabela 4.7:

7) colunas A e B: retiradas da Tabela 4.4 e identificadas no item 4.3.3;

- 8) coluna H: quilometragem anual – dados retirados da Tabela 4.3;
- 9) coluna P: custo de manutenção anual – dados retirados da Tabela 4.3;
- 10)coluna Q: custo de manutenção por quilômetro – calculado dividindo-se a custo de manutenção anual (coluna P) pela quilometragem anual (coluna H):  $Q_n = P_n / H_n$
- 11)coluna R: custo de manutenção virtual anual por veículo – calculado multiplicando-se o custo de manutenção por quilômetro (coluna Q) pela quilometragem média anual por veículo, neste caso 18.685 km.

$$\bar{k} = \frac{\sum \text{quilometragem anual (coluna H)}}{\sum \text{quantidade de frota (coluna I)}} = \frac{5.029.212}{269,16} = 18.685 \text{ km}$$

$$R_n = Q_n \times 18.685$$

- 12)coluna S: valores de “x” – valores das abscissas para determinação da exponencial ajustada aos valores de custo de manutenção virtual anual por veículo (coluna R). Para valores de “x” tomam-se os anos de uso (coluna A), correspondentes aos respectivos valores de custo de manutenção virtual anual por veículo (coluna R), aos quais será ajustada a exponencial. Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de custo de manutenção;
- 13)coluna T: custo de manutenção virtual anual por veículo – valores transportados da coluna R, aos quais será ajustada a exponencial. Caso o analista do processo constate que algum dos valores da coluna R não condiz com a realidade da frota, poderá expurgá-lo dos valores levados à coluna T. Neste caso, expurgam-se os valores correspondentes aos veículos com ano de fabricação 1991 ;

Tabela 4.7 – Custo de Manutenção Normalizado - Automóvel Pequeno de Passageiros

A	B	H	P	Q	R	S	T	U	V
ANOS DE USO	ANO	QUILOM. ANUAL	CUSTO MANUT. ANUAL	CUSTO MANUT./ KM	CUSTO MANUT. VIRTUAL/ ANO	x	CUSTO MANUT. VIRTUAL/ ANO	y	CUSTO MANUT. NORM.
1	1999					3	428	2,63	313
2	1998					4	845	2,93	409
3	1997	2.006.766	45.965	0,02	428	5	1.029	3,01	535
4	1996	425.136	19.232	0,05	845	6	1.157	3,06	698
5	1995	664.008	36.552	0,06	1.029	7	1.408	3,15	912
6	1994	1.060.020	65.657	0,06	1.157	8	2.272	3,36	1.191
7	1993	489.113	36.851	0,08	1.408	10	3.228	3,51	1.556
8	1992	176.234	21.431	0,12	2.272				2.032
9	1991	42.663	2.024	0,05	886				2.655
10	1990	165.272	28.549	0,17	3.228				3.468
11	1989								4.530
12	1988								5.917
13	1987								7.728
14	1986								10.095
15	1985								13.186
16	1984								17.224
		5.029.212					0,1160	2,38	
		18.685							

14) coluna U: valores de “y” – valores das ordenadas para determinação da exponencial ajustada aos valores de custo de manutenção virtual por veículo. Os valores de “y” são calculados aplicando-se o logaritmo na base 10 aos respectivos valores de custo de manutenção virtual por veículo (coluna T):  $U_n = \log (T_n)$ . Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de custo de manutenção;

15) coluna V: custo de manutenção normalizado – exponencial do tipo  $y = a.b^x$ , ajustada ao conjunto de pontos de abscissas da coluna S e ordenadas da coluna U.

Tabela 4.8 – Dados para Ajustamento da Exponencial – Custo de Manutenção

Normalizado

n	x	y	x.y	x <sup>2</sup>
1	3	2,63	7,89	9
2	4	2,93	11,71	16
3	5	3,01	15,06	25
4	6	3,06	18,38	36
5	7	3,15	22,04	49
6	8	3,36	26,85	64
7	10	3,51	35,09	100
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>21,65</b>	<b>137,02</b>	<b>299,00</b>

Ajustamento da exponencial do tipo:  $y = a.b^x$ , onde:

$$a = \text{antilog} \left[ \bar{y} - \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right) \cdot \bar{x} \right] \quad b = \text{antilog} \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{43}{7} = 6,14 \quad \bar{y} = \frac{21,65}{7} = 3,09$$

$$a = \text{antilog} \left[ 3,09 - \left( \frac{137,02 - \frac{43 \cdot 21,65}{7}}{299 - \frac{(43)^2}{7}} \right) \cdot 6,14 \right] = 239,83$$

$$b = \text{antilog} \left( \frac{137,02 - \frac{43 \cdot 21,65}{7}}{299 - \frac{(43)^2}{7}} \right) = 1,30621$$

$$\text{logo:} \quad y = 239,83 \cdot 1,30621^x$$

fazendo-se:  $y = V_n$  (custo de manutenção normalizado – coluna V)

$x = A_n$  (anos de uso – coluna A)

$$V_n = 239,83 \cdot 1,30621^{A_n}$$

tem-se:  $V_1 = 239,83 \cdot 1,30621^1 = 313$

$$V_2 = 239,83 \cdot 1,30621^2 = 409$$

$$V_3 = 239,83 \cdot 1,30621^3 = 535, \text{ e assim por diante.}$$

A análise dos valores de custo manutenção normalizado (coluna V), demonstram a tendência de crescimento desses custos à medida que a idade do veículo aumenta.

#### 4.3.6 Custo de Paralisação

No item 4.3.4 a exponencial representativa da quilometragem rodada normalizada, mostra a tendência de decrescimento da utilização do veículo com o aumento de sua idade na frota, ou seja, quanto mais “velho” menor será a quilometragem rodada anual.

Pode-se considerar que a situação ideal teórica seria aquela onde todos os veículos rodassem a mesma quilometragem independentemente de sua idade. Conforme vimos anteriormente, a quilometragem média anual por veículo pode ser calculada dividindo-se a quilometragem rodada anual total pela quantidade de frota, ou seja:

$$\bar{k} = \frac{\sum \text{quilometragem anual (coluna H)}}{\sum \text{quantidade de frota (coluna I)}} = \frac{5.029.212}{269,16} = 18.685 \text{ km}$$

Comparando-se o resultado com os valores anuais da quilometragem normalizada por veículo, coluna N - Tabela 4.5, observamos que nos primeiros anos de uso os veículos rodam acima da média de quilometragem e que, com o passar dos anos, essa tendência inverte-se.

Uma das principais justificativas para diminuição da quilometragem rodada, é o aumento do tempo do veículo parado em oficina para realização das manutenções (maior quantidade de peças desgastadas) ou aumento de quebras.

O objetivo desse item é calcular o custo decorrente dessa diminuição de disponibilidade do veículo, o qual denominaremos custo de paralisação.

Considerações gerais e procedimentos de cálculo, referente aos valores apresentados na Tabela 4.9:

- 5) colunas A, B e G: retiradas da Tabela 4.4 e identificadas no item 4.3.3;
- 6) coluna N: retirada da Tabela 4.5 e identificada no item 4.3.4;
- 7) coluna V: retirada da Tabela 4.7 e identificada no item 4.3.5;
- 8) coluna W: custo de paralisação – calculado comparando-se a quilometragem média anual por veículo com a quilometragem normalizada anual por veículo e aplicando-se o raciocínio a seguir. Se:
  - quilometragem média anual  $\leq$  quilometragem normalizada anual, então, o custo de paralisação será nulo;
  - quilometragem média anual  $>$  quilometragem normalizada anual, então, o custo de paralisação (coluna W) será calculado pela equação:

$$W_n = (G_n + V_n) \times \left( \frac{\bar{k}}{N_n} - 1 \right), \text{ onde:}$$

$W_n$  = custo de paralisação no  $n$ ésimo ano;

$G_n$  = custo de posse no enésimo ano;

$V_n$  = custo de manutenção normalizado no enésimo ano;

$\bar{k}$  = quilometragem média anual por veículo;

$N_n$  = quilometragem normalizada anual por veículo.

Tabela 4.9 – Custo de Paralisação - Automóvel Pequeno de Passageiros

A	B	G	N	V	W
ANOS DE USO	ANO	CUSTO DE POSSE	QUILOM./ VEÍC. NORM.	CUSTO MANUT. NORM.	CUSTO PARALIS.
1	1999	2.952	19.873	313	0
2	1998	2.626	19.514	409	0
3	1997	2.335	19.161	535	0
4	1996	2.077	18.816	698	0
5	1995	1.847	18.476	912	31
6	1994	1.643	18.142	1.191	85
7	1993	1.461	17.815	1.556	147
8	1992	1.299	17.493	2.032	227
9	1991	1.155	17.177	2.655	334
10	1990	1.028	16.867	3.468	484
11	1989	914	16.563	4.530	697
12	1988	813	16.264	5.917	1.002
13	1987	723	15.970	7.728	1.437
14	1986	643	15.682	10.095	2.056
15	1985	572	15.399	13.186	2.936
16	1984	508	15.121	17.224	4.180

#### 4.3.7 Custo Total Anual e Custo Médio Anual

Conforme demonstrado no Capítulo 2, o ponto econômico de substituição ocorre quando o custo médio anual atinge seu menor valor. Nesse ponto o custo médio anual se iguala ao custo total anual.



Com base nesse raciocínio, o objetivo agora é calcularmos os custos totais e médios anuais, a fim de determinarmos o ponto econômico de substituição da categoria Automóvel Pequeno de Passageiros, foco desse estudo de caso. A Tabela 4.10 reúne os dados necessários ao cálculo desses custos.

Tabela 4.10 – Custo Total e Custo Médio - Automóvel Pequeno de Passageiros

A	B	G	V	W	X	Y
ANOS DE USO	ANO	CUSTO DE POSSE	CUSTO MANUT. NORM.	CUSTO PARALIS.	CUSTO TOTAL	CUSTO MÉDIO
1	1999	2.952	313	0	3.266	3.266
2	1998	2.626	409	0	3.035	3.150
3	1997	2.335	535	0	2.870	3.057
4	1996	2.077	698	0	2.775	2.986
5	1995	1.847	912	31	2.790	2.947
6	1994	1.643	1.191	85	2.919	2.942
7	1993	1.461	1.556	147	3.164	2.974
8	1992	1.299	2.032	227	3.559	3.047
9	1991	1.155	2.655	334	4.145	3.169
10	1990	1.028	3.468	484	4.980	3.350
11	1989	914	4.530	697	6.141	3.604
12	1988	813	5.917	1.002	7.731	3.948
13	1987	723	7.728	1.437	9.888	4.405
14	1986	643	10.095	2.056	12.794	5.004
15	1985	572	13.186	2.936	16.694	5.783
16	1984	508	17.224	4.180	21.912	6.791

Considerações gerais e procedimentos de cálculo, referente aos valores apresentados na Tabela 4.10:

18)colunas A, B e G: retiradas da Tabela 4.4 e identificadas no item 4.3.3;

19)coluna V: retirada da Tabela 4.7 e identificada no item 4.3.5;

20)coluna W: retirada da Tabela 4.9 e identificada no item 4.3.6;

21) coluna X: custo total – calculado somando-se o custo de posse (coluna G), o custo de manutenção (coluna V) e o custo de paralisação (coluna W):

$$X_n = G_n + V_n + W_n$$

22) coluna Y: custo médio – calculado pela média aritmética do custo total acumulado até o ano considerado:

$$Y_n = \frac{\sum X_n}{A_n}$$

Com base nos valores calculados, observa-se que o custo médio atinge seu valor mínimo próximo ao sétimo ano de uso, indicando que a substituição deverá ocorrer nesse período.

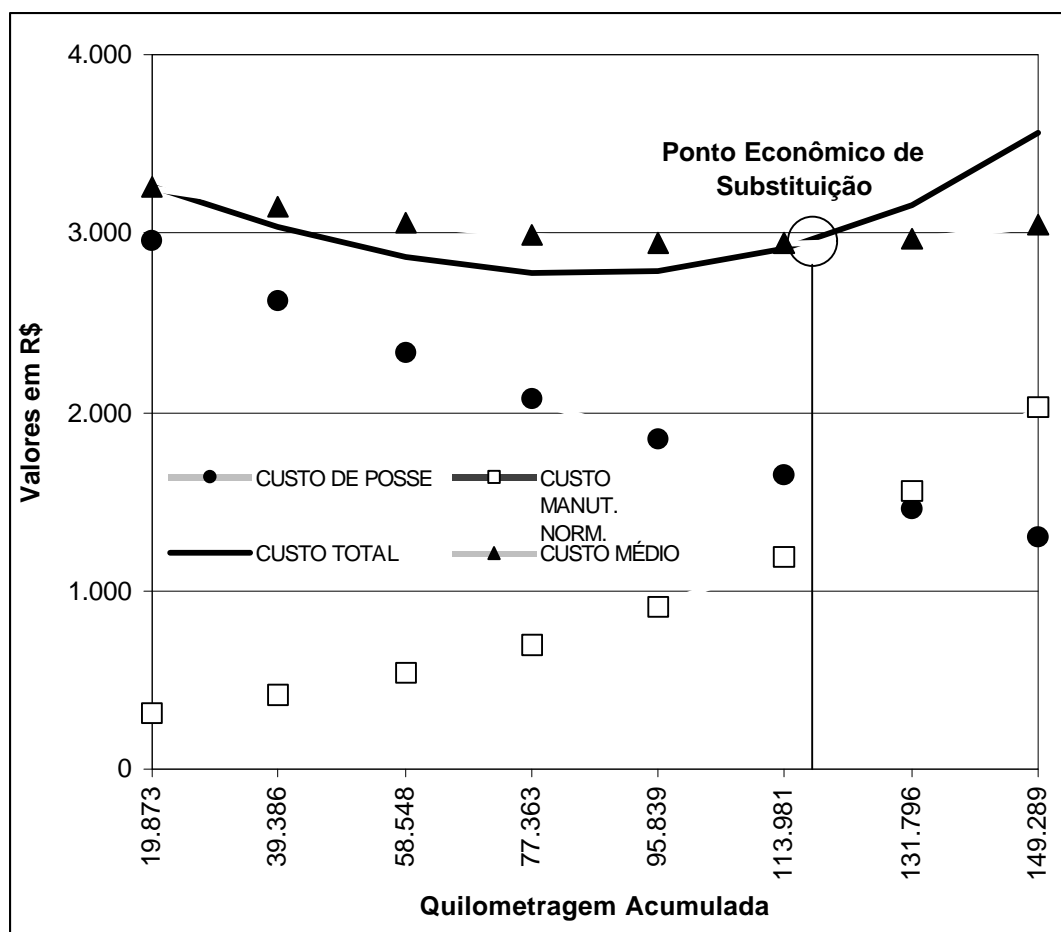
Observa-se também que a variação dos custos não é tão significativa próximo ao ponto econômico de substituição. Isso indica que o administrador dispõe de um período, que pode ser de quase um ano, para decidir pelo momento mais propício de substituir.

Na Figura 4.1 a seguir, a representação gráfica dos custos totais anuais e custos médios anuais, permite visualizarmos graficamente o ponto econômico de substituição.

#### 4.3.8 Parâmetros de Substituição

A representação gráfica mostra o ponto econômico de substituição no cruzamento das curvas de custo total anual e custo médio anual.

Figura 4.1 – Ponto Econômico de Substituição - Automóvel Pequeno de Passageiros



A partir do ponto econômico de substituição definido na Figura 4.1, utiliza-se interpolação aritmética e dados das Tabelas 4.5 e 4.7 para calcular os três parâmetros que serão utilizados na definição do lote econômico de substituição da categoria de automóveis pequenos de passageiros.

#### 4.3.8.1 Primeiro Parâmetro: Quilometragem Acumulada

Da Figura 4.1, considerando-se as coordenadas do ponto econômico de substituição, temos para o eixo das abscissas (quilometragem acumulada) a

seguinte escala:

$$(131.796 \text{ km} - 113.981 \text{ km}) / 17 \text{ mm} \cong 1.048 \text{ km/mm}$$

como a abscissa do ponto econômico de substituição está a 4 mm à direita do ponto 113.981 km, temos:  $113.981 + 4 \times 1.048 \cong 118.173 \text{ km}$

Isto significa que no ponto econômico de substituição, o veículo terá uma quilometragem acumulada de 118.173 km.

#### 4.3.8.2 Segundo Parâmetro: Ano de Fabricação

Levando-se o valor da quilometragem acumulada no ponto econômico de substituição (118.173 km) à Tabela 4.5, observa-se que o mesmo situa-se entre o sexto e o sétimo ano de uso do veículo. Nesse caso, isso corresponde aos veículos com ano de fabricação 1994 e 1993, respectivamente.

Conforme dissemos anteriormente, a decisão de substituir pode oscilar alguns meses em torno do ponto econômico de substituição, portanto, por segurança opta-se pelo maior ano de fabricação (veículos mais novos) para o ponto econômico de substituição. Nesse caso, o ano de fabricação do ponto econômico de substituição será 1994.

#### 4.3.8.3 Terceiro Parâmetro: Custo de Manutenção por Quilômetro

Com base nas Tabelas 4.5 e 4.7 e no valor de quilometragem acumulada calculada no item 4.3.8.1, utilizamos interpolação para estimar o custo de manutenção no ponto econômico de substituição:

Período	Km Acumulada Normalizada	Custo de Manutenção Normalizado
6º ano	113.981	1.191,00
Pto. Econ. Subst.	118.173	X
7º ano	131.796	1.556,00

$$\frac{131.796 - 118.173}{131.796 - 113.981} = \frac{1.556,00 - X}{1.556,00 - 1.191,00} \quad X = \text{R\$ } 1.276,89$$

Para calcular o custo de manutenção por quilômetro, pode-se imaginar três situações:

- 1) dividir pela quilometragem normalizada por veículo no 6º ano:

18.142 km

$$1.276,89 / 18.142 = \text{R\$ } 0,070 / \text{km}$$

- 2) dividir pela quilometragem normalizada por veículo no 7º ano:

17.815 km

$$1.276,89 / 17.815 = \text{R\$ } 0,072 / \text{km}$$

- 3) dividir pela quilometragem média anual por veículo: 18.685 km

$$1.276,89 / 18.685 = \text{R\$ } 0,068 / \text{km}$$

Considerações:

- a oscilação dos custos em torno do ponto econômico de substituição é normalmente muito pequena;
- desde a decisão de substituir até a substituição física propriamente dita, normalmente ocorre um lapso de tempo considerável, que em alguns casos pode ser de quase um ano.

Com base nessas considerações, adota-se a opção que leve ao menor custo de manutenção por quilômetro, nesse caso, a divisão do custo de manutenção normalizado pela quilometragem média anual por veículo 18.685 km - R\$ 0,068 / km.

Como normalmente a quilometragem média anual é maior do que a quilometragem anual normalizada em torno do ponto econômico de substituição (imediatamente anterior e imediatamente posterior), utiliza-se a mesma para calcular o custo de manutenção por quilômetro.

Assim, considerando-se o lapso de tempo que ocorre até a substituição física propriamente dita, estima-se que os veículos que serão substituídos estarão com um custo de manutenção por quilômetro muito próximo ao do ponto econômico.

#### 4.3.9 Composição do Lote Econômico de Substituição

Com base nos parâmetros de substituição calculados anteriormente, utiliza-se rotina do sistema informatizado de transporte para listar todos os automóveis pequenos de passageiros da Unidade de Negócio Distribuição, que estejam nas seguintes condições:

- com quilometragem acumulada igual ou superior a 118.173 km, ou
- com ano de fabricação igual ou inferior a 1994, ou
- com custo de manutenção por quilômetro igual ou superior a R\$ 0,068.

A Tabela 4.11 apresenta o resultado da pesquisa do sistema informatizado com base nos parâmetros de substituição para a categoria de automóveis de passageiros pequenos da Unidade de Negócio Distribuição.

Nesse momento torna-se indispensável a análise dos resultados obtidos, pois, em virtude do processo ser matemático, é possível que o relatório liste veículos que, apesar de atenderem algum dos parâmetros de substituição, não devem ser substituídos.

Tabela 4.11 – Resultado da Pesquisa do Sistema Informatizado

A	B	C	D	E	F	G	H
Clas.	Referência do Veículo	Marca / Modelo	Ano de Fabric.	Custo de Manut.	km Rodada	Custo de Manut. Por km	Quilom. Acumulada
1	A1240	Fiat / Uno	1996	1.894,00	10.152	0,187	37.686
2	A1198	Fiat / Uno	1993	2.224,00	12.078	0,184	134.226
3	V1987	VW / Gol	1994	2.020,00	11.795	0,171	97.596
4	A1205	Fiat / Uno	1993	2.006,00	13.602	0,147	113.675
5	V1984	VW / Gol	1994	2.001,00	16.507	0,121	81.893
6	A1178	Fiat / Uno	1992	2.488,00	22.713	0,110	154.745
7	V1958	VW / Gol	1995	2.402,00	22.625	0,106	124.358
8	A1189	Fiat / Uno	1993	1.590,00	15.331	0,104	107.362
9	V1983	VW / Gol	1994	1.633,00	17.182	0,095	132.152
10	A1202	Fiat / Uno	1993	1.945,00	23.157	0,084	137.352
11	A1188	Fiat / Uno	1992	1.581,00	19.442	0,081	298.580
12	A1200	Fiat / Uno	1993	1.700,00	21.033	0,081	168.124
13	A1206	Fiat / Uno	1993	2.069,00	26.072	0,079	132.182
14	V1990	VW / Gol	1994	1.609,00	20.731	0,078	144.416
15	V1978	VW / Gol	1994	2.107,00	27.514	0,077	136.100
16	A1208	Fiat / Uno	1993	1.233,00	17.669	0,070	132.720
17	V1991	VW / Gol	1994	1.365,00	24.094	0,057	145.645
18	A1192	Fiat / Uno	1993	411,00	9.027	0,046	142.954
19	A1177	Fiat / Uno	1992	717,00	16.218	0,044	115.435
20	A1175	Fiat / Uno	1991	655,00	15.818	0,041	129.993
21	A1180	Fiat / Uno	1992	422,00	10.469	0,040	130.199
22	V1970	VW / Gol	1994	1.111,00	28.398	0,039	148.938
23	V1988	VW / Gol	1994	707,00	22.404	0,032	150.892
24	A1179	Fiat / Uno	1992	528,00	18.842	0,028	189.758
25	A1176	Fiat / Uno	1991	358,00	14.181	0,025	97.133
26	A1194	Fiat / Uno	1993	702,00	33.553	0,021	180.559
27	A1196	Fiat / Uno	1993	253,00	13.321	0,019	133.881
28	A1207	Fiat / Uno	1993	265,00	15.947	0,017	156.759

As considerações a seguir, associadas a experiência dos profissionais

da área de transporte, ajudam na interpretação dos resultados:

- veículos com baixa quilometragem rodada no período podem apresentar alto custo de manutenção por quilômetro. Isso pode acontecer inclusive com veículos novos;
- veículos que apresentam custos de manutenção muito pequeno ou que estão rodando muito pouco, pode significar que estão em condições muito precárias e, portanto, estão sendo colocados “de lado” para aguardar a substituição;
- algumas empresas consideram os custos para caracterizar o veículo (colocação de equipamentos, acessórios, logomarcas, etc.) como custo de manutenção. Se não tiverem o cuidado de separarem esses valores dos custos de manutenção preventiva e corretiva antes de gerar o relatório similar ao apresentado na Tabela 4.11, correm o risco de onerar os veículos novos;
- se os custos de reparação de acidentes e de reformas são considerados como custos de manutenção corretiva e o veículo apresenta uma quilometragem rodada dentro dos parâmetros normais da categoria, um alto custo por quilômetro pode significar que o veículo sofreu reparação por acidente ou foi reformado.

A seguir, apresentamos considerações para subsidiar a decisão de substituir ou não, alguns dos veículos listados na Tabela 4.11 que possam gerar dúvida :

- A1240: O veículo possui quilometragem acumulada muito baixa, que significa pouca utilização. Opta-se por manter na frota, porém, com



remanejamento para outra área da Unidade de Negócio onde seja melhor utilizado;

- V1987: O veículo é ano 94 e possui quilometragem acumulada de 97.596 km. Rodando em média 12.000 km por ano, sua quilometragem acumulada demorará cerca de dois anos para atingir a quilometragem acumulada do ponto econômico – 118.173. Considerando-se a quilometragem rodada anual, o custo de manutenção por quilômetro anual está alto, porém, opta-se por manter o veículo na frota remanejando para outra área da Unidade de Negócio onde seja melhor utilizado;
- V1984: raciocínio análogo ao veículo V1987;
- V1958: O veículo apresenta quilometragem acumulada de 124.358 km. Rodando em média 22.500 km por ano, estará em menos de um ano, muito acima da quilometragem acumulada do ponto econômico – 118.173 km., Considerando-se que sua quilometragem rodada anual é alta – 22.500 km, está com custo de manutenção por quilômetro elevado. Portanto, o veículo deve ser substituído;
- A1192, A1177, A1180, V1988, A1179, A1176, A1194, A1196, A1207: Veículos muito desgastados, com quilometragem acumulada elevada e com custo de manutenção anual muito abaixo da média. Significa tratar-se de veículos que as áreas usuárias estão aguardando substituição, portanto, estão gastando o mínimo necessário em manutenção. Substituir todos.

Os demais veículos da Tabela 4.11, todos serão substituídos. Portanto, o lote a substituir de automóveis de passageiros pequenos da Unidade de

Negócio Distribuição, por ano de fabricação é:

- Ano 1995: 01 veículo;
- Ano 1994: 06 veículos;
- Ano 1993: 11 veículos;
- Ano 1992: 05 veículos;
- Ano 1991: 02 veículos.

Utilizando-se os mesmos procedimentos para as demais categorias e subcategorias que compõem a frota, definiu-se o conjunto de veículos a substituir, o qual denominamos “lote econômico de substituição”.

#### 4.3.10 Inspeção Veicular para Montagem do Lote de Substituição

Além das análises sobre o lote de substituição que apresentamos no item anterior, é possível que a empresa opte por inspecionar todos os veículos listados pelo sistema informatizado com base nos parâmetros de substituição de cada categoria.

Para tanto, é necessária ficha de inspeção veicular abrangendo todos os conjuntos do veículo, onde um inspetor atribui notas de acordo com sua experiência e critérios pré-estabelecidos. Ao final, todos os veículos indicados para substituição terão uma pontuação. A prioridade de substituição será dada aos veículos que obtiverem a pontuação mais baixa, independentemente da categoria ou subcategoria a que pertençam. Em casos de notas iguais, o critério de desempate será o custo de manutenção por quilômetro.

A pontuação dos veículos é válida principalmente quando não há recursos financeiros suficientes para substituição de todos os veículos do lote

econômico de substituição. Porém, algumas considerações são necessárias para que não haja distorção dos resultados:

- 1) Como a inspeção depende diretamente do grau de conhecimento e experiência do responsável pela inspeção, é preferível que todos os veículos sejam avaliados pelo mesmo inspetor a fim de manter-se os mesmos critérios. Porém, isso pode ser difícil, dependendo do tamanho do lote de substituição e de como os veículos estejam distribuídos;
- 2) A inspeção é como se fosse uma “fotografia” do veículo. Obviamente que os veículos que estiverem em piores condições, veículos mais “feios”, serão aqueles que receberão as piores notas. Portanto, deve-se tomar os cuidados necessários para não beneficiar justamente aquelas áreas da empresa que menos cuidam de sua frota, dando prioridade de substituição aos seus veículos;
- 3) Uma alternativa para o problema apontado no item anterior, é o remanejamento da frota entre áreas da empresa. Caso o gestor tenha a sensibilidade de que muitos veículos indicados para substituição pertencem a uma área da empresa que normalmente não aplica as manutenções necessárias, poderá repassar os veículos novos as áreas mais zelosas com sua frota e veículos usados dessas áreas para as menos zelosas. Logicamente que para que o gestor possa ter essa sensibilidade, deve-se valer de indicadores gerenciais de manutenção apontados pelo sistema informatizado de transporte;
- 4) Caso os recursos financeiros não sejam suficientes para substituir todos os veículos do lote econômico de substituição, os veículos que não foram

substituídos passarão a ter prioridade no próximo levantamento de necessidades de substituição de frota.

Outro critério para estabelecer as prioridades de substituição quando não se deseja efetuar a inspeção veicular, é definir quais as categorias ou subcategorias terão prioridade e, dentro das mesmas, estabelecer uma ordem por custo de manutenção por quilômetro, por exemplo.

Nesse estudo de caso, não foi necessária a inspeção veicular em virtude da empresa ter definido substituir todos os veículos do lote econômico de substituição.

#### 4.3.11 Elaboração do Fluxo de Caixa para Avaliação do Projeto

Após definido o lote econômico de substituição, faz-se necessário análise econômica do projeto como um todo. Para tanto, um fluxo de caixa é elaborado e os resultados analisados através do valor presente líquido – VPL e taxa interna de retorno – TIR.

Como o objetivo principal desse trabalho não é especificamente as considerações sobre os resultados do fluxo de caixa, e sim, a determinação do lote econômico de substituição, nos preocuparemos apenas em apresentar e tecer alguns comentários sobre os principais componentes do fluxo econômico.

Importante ressaltar que nesse momento avaliam-se os resultados do fluxo de caixa como se a área de transporte fosse uma empresa, ou seja, os resultados estão desvinculados de outros setores da empresa com um todo.

Os componentes positivos do fluxo são chamados de “entradas” e os negativos, “saídas”.

#### 4.3.11.1 Entradas

##### **a) Valor de Revenda**

É o valor obtido com a revenda dos veículos que serão substituídos. Calculado com base no valor de mercado de veículos usados, que pode ser consultado em revistas ou jornais do gênero. Também pode ser calculado com base nos valores de mercado normalizado da coluna D – Tabela 4.4.

Em virtude de tratar-se de veículos de empresa, normalmente com alta quilometragem rodada, os mesmos podem apresentar desvalorização mais acentuada na revenda. Com base no histórico de substituições, esse efeito pode ser simulado aplicando-se fator de redução aos valores de mercado pesquisados ou aos valores de mercado normalizados da coluna D – Tabela 4.4. No caso da empresa pesquisada, utiliza-se fator de redução de 20% sobre o valor de mercado normalizado.

Tomando-se como exemplo a substituição de um veículo com ano de fabricação 1992, pertencente a categoria de automóvel pequeno de passageiros – objeto desse estudo de caso, temos que seu valor de mercado normalizado (coluna D – Tabela 4.4) é R\$ 5.632,00 (cinco mil, seiscentos e trinta e dois reais). Aplicando-se o fator redutor de 20%, o seu valor de revenda será R\$ 4.505,60 (quatro mil, quinhentos e cinco reais e sessenta centavos).

Estendendo-se o raciocínio a todos os veículos que serão substituídos, calcula-se o valor obtido com a revenda dos veículos no primeiro ano do fluxo de caixa.

**b) Benefício / Prejuízo - Fiscal, sobre o Valor de Revenda**

Para esse cálculo é necessário comparar-se o valor que será obtido na revenda dos veículos substituídos com o valor líquido contábil dos mesmos no imobilizado da empresa.

Caso o valor obtido na revenda seja menor que o valor líquido contábil, a diferença entre esses dois valores, significa prejuízo ou diminuição do lucro. Considera-se o imposto de renda que "deixa-se" de pagar, aproximadamente 33% (trinta e três por cento) sobre a diferença, como uma entrada no fluxo de caixa que chamamos "benefício" fiscal. Quando a situação é inversa, ou seja, valor obtido na revenda maior que o valor líquido contábil – aumento do lucro, o mesmo valor passa a ser uma saída no fluxo de caixa, que chamamos "prejuízo" fiscal.

Novamente tomando-se como exemplo a substituição de um veículo ano 1992 pertencente a categoria de automóveis pequenos de passageiros, temos:

- Valor de revenda: R\$ 4.505,60 (calculado na letra “a” do item 4.3.11.1);
- Valor líquido contábil: R\$ 7.372,80 (calculado na letra “b” do item 4.3.11.2).

Como o valor de revenda é menor que o valor líquido contábil, tem-se benefício fiscal igual a 33% sobre a diferença (prejuízo ou diminuição do lucro) – imposto de renda que “deixa-se” de pagar:

- Benefício fiscal =  $33\% \times (7.372,80 - 4.505,60) = \text{R\$ } 946,18$

Estendendo-se o raciocínio a todos os veículos que serão substituídos, calcula-se o valor do benefício/prejuízo fiscal em virtude da revenda dos

veículos no primeiro ano do fluxo de caixa.

### **c) Redução do Custo com Manutenção**

É a diferença entre o custo anual de manutenção do veículo que será substituído - "veículo velho" e do veículo que o substituirá - "veículo novo".

Para exemplificar, apliquemos o raciocínio a substituição de um veículo com ano de fabricação 1992, pertencente a categoria automóvel pequeno de passageiros da Unidade de Negócio Distribuição, objeto desse estudo de caso.

Com base nos valores de manutenção anual normalizado, coluna V – Tabela 4.7, verifica-se que no primeiro ano de uso o custo de manutenção é de R\$ 313,00 (trezentos e treze reais) contra R\$ 2.032,00 (dois mil e trinta e dois reais) de um veículo com oito anos de uso - ano de fabricação 1992. A diferença entre esses dois valores expressa a economia gerada no primeiro ano de uso do veículo novo: R\$ 1.719,00 (um mil, setecentos e dezenove reais).

Para calcular a redução do custo de manutenção nos anos seguintes, o raciocínio é análogo, porém, considerando-se os respectivos acréscimos de custo de manutenção tanto para o veículo “novo” quanto para o “velho” (veículo substituído). Assim, no segundo ano de uso o veículo “novo” equivalerá a um veículo com dois anos de uso - custo de manutenção normalizado R\$ 409,00 (quatrocentos e nove reais), enquanto que o veículo “velho” estará equivalendo a um veículo com nove anos de uso – custo de manutenção normalizado R\$ 2.655,00 (dois mil, seiscentos e cinquenta e cinco reais), logo, a redução de custo no segundo ano será R\$ 2.246,00 (dois mil, duzentos e quarenta e seis

reais).

No terceiro ano, a economia será a diferença entre o custo de manutenção normalizado de um veículo com dez anos de uso – R\$ 3.468,00 (três mil, quatrocentos e sessenta e oito reais) e de um veículo com três anos de uso – R\$ 535,00 (quinhentos e trinta e cinco reais), portanto, R\$ 2.933,00 (dois mil, novecentos e trinta e três reais). Para os demais anos aplica-se o mesmo procedimento.

Estendendo-se o raciocínio a todos os veículos que serão substituídos, calcula-se a redução total do custo com manutenção ano a ano para composição do fluxo de caixa.

#### **d) Redução do Custo com Combustível**

Ao contrário do que ocorre com o custo de manutenção, o custo com combustível não sofre tanta influência em virtude da idade do veículo. Isso significa que dois veículos de mesmo modelo, mesma motorização, mesmo combustível e com anos de fabricação diferentes, terão consumo de combustível muito próximos quando devidamente regulados. Algumas inovações tecnológicas como a injeção eletrônica de combustível, afetam muito mais a emissão de poluentes do que o consumo propriamente dito.

Logicamente que a substituição de um veículo a gasolina por um veículo a diesel ou gás natural, aí sim, gerará uma economia sensível no custo com combustível.

Para demonstrar a variação do custo com combustível de acordo com a idade do veículo, tomemos por base a categoria automóvel pequeno de



passageiros, objeto de nosso estudo de caso. Analogamente ao raciocínio aplicado para cálculo do custo de manutenção anual normalizado, na Tabela 4.12 calculamos o custo com combustível anual normalizado.

Considerações gerais e procedimentos de cálculo, referentes aos valores apresentados na Tabela 4.12:

- 1) colunas A e B: retiradas da Tabela 4.4 e identificadas no item 4.3.3;
- 2) coluna H: quilometragem anual – dados retirados da Tabela 4.3;
- 3) coluna Z: custo anual com combustível – dados retirados da Tabela 4.3;
- 4) coluna AA: custo com combustível por quilômetro – calculado dividindo-se o custo anual com combustível (coluna Z) pela quilometragem anual (coluna H):  $AA_n = Z_n / H_n$
- 5) coluna AB: custo anual virtual com combustível por veículo – calculado multiplicando-se o custo com combustível por quilômetro (coluna AA) pela quilometragem média anual por veículo –  $\bar{k}$ , neste caso 18.685 km conforme calculado no item 4.3.5.  
 $AB_n = AA_n \times 18.685$
- 6) coluna AC: valores de “x” – valores das abscissas para determinação da exponencial ajustada aos custos anuais virtuais com combustível por veículo. Para valores de “x” tomam-se os anos de uso (coluna A) correspondentes aos custos anuais virtuais com combustível por veículo (coluna AB) aos quais será ajustada a exponencial. Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de custo com combustível;
- 7) coluna AD: custo anual virtual com combustível por veículo – valores transportados da coluna AB, aos quais será ajustada a exponencial. Caso o

analista do processo constata que algum dos valores da coluna AB não condiz com a realidade da frota, poderá expurgá-lo dos valores levados à coluna AD;

Tabela 4.12 – Custo de Combustível Normalizado - Automóvel Pequeno de Passageiros

A	B	H	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
ANOS DE USO	ANO	QUILOM. ANUAL	CUSTO COMB. ANUAL	CUSTO COMB./ KM	CUSTO COMB. VIRTUAL/ ANO	x	CUSTO COMB. VIRTUAL/ ANO	y	CUSTO COMB. NORM.
1	1999					3	1.413	3,15	1.430
2	1998					4	1.512	3,18	1.447
3	1997	2.006.766	151.708	0,08	1.413	5	1.555	3,19	1.465
4	1996	425.136	34.393	0,08	1.512	6	1.525	3,18	1.483
5	1995	664.008	55.268	0,08	1.555	7	1.540	3,19	1.501
6	1994	1.060.020	86.539	0,08	1.525	8	1.589	3,20	1.519
7	1993	489.113	40.309	0,08	1.540	9	1.425	3,15	1.538
8	1992	176.234	14.984	0,09	1.589	10	1.687	3,23	1.557
9	1991	42.663	3.253	0,08	1.425				1.576
10	1990	165.272	14.926	0,09	1.687				1.595
11	1989								1.615
12	1988								1.634
13	1987								1.654
14	1986								1.675
15	1985								1.695
16	1984								1.716
		5.029.212					0,0053	3,15	
		18.685							

- 8) coluna AE: valores de “y” – valores das ordenadas para determinação da exponencial ajustada aos valores de custo anual virtual com combustível por veículo. Os valores de “y” são calculados aplicando-se o logaritmo na base 10 aos valores correspondentes aos custos anuais virtuais com combustível por veículo (coluna AD):  $AE_n = \log (AD_n)$ . Consideram-se somente os anos que tenham dados registrados de custo com combustível;

- 9) coluna AF: custo com combustível normalizado – exponencial do tipo  $y = a.b^x$ , ajustada ao conjunto de pontos de abscissas da coluna AC e ordenadas da coluna AE.

Tabela 4.13 – Dados para Ajustamento da Exponencial – Custo com Combustível Normalizado

n	x	y	x.y	x <sup>2</sup>
1	3	3,15	9,45	9
2	4	3,18	12,72	16
3	5	3,19	15,96	25
4	6	3,18	19,10	36
5	7	3,19	22,31	49
6	8	3,20	25,61	64
7	9	3,15	28,38	81
8	10	3,23	32,27	100
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>25,47</b>	<b>165,80</b>	<b>380</b>

Ajustamento da exponencial do tipo:  $y = a.b^x$ , onde:

$$a = \text{antilog} \left[ \bar{y} - \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right) \cdot \bar{x} \right] \quad b = \text{antilog} \left( \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \right)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{52}{8} = 6,50 \quad \bar{y} = \frac{25,47}{8} = 3,18$$

$$a = \text{antilog} \left[ 3,18 - \left( \frac{165,80 - \frac{52 \cdot 25,47}{8}}{380 - \frac{(52)^2}{8}} \right) \cdot 6,50 \right] = 1.412,25$$

$$b = \text{antilog}\left(\frac{165,80 - \frac{52 \cdot 25,47}{8}}{380 - \frac{(52)^2}{8}}\right) = 1,01224$$

logo:  $y = 1.412,25 \cdot 1,01224^x$

fazendo-se:  $y = AF_n$  (custo de combustível normalizado – coluna AF)

$x = A_n$  (anos de uso – coluna A)

$$AF_n = 239,83 \cdot 1,30621^{A_n}$$

tem-se:  $AF_1 = 1.412,25 \cdot 1,01224^1 = 1.430$

$$AF_2 = 1.412,25 \cdot 1,01224^2 = 1.447$$

$$AF_3 = 1.412,25 \cdot 1,01224^3 = 1.465, \text{ e assim por diante.}$$

Analisando-se os valores de custo de combustível normalizado, coluna AF – Tabela 4.12, constata-se que, nesse caso, os custos tendem crescer à medida que a idade do veículo aumenta, porém, de forma menos acentuada do que ocorre para os custos de manutenção.

A redução do custo com combustível é calculado pela diferença entre o custo normalizado anual de combustível do veículo que será substituído - "veículo velho" e do veículo que o substituirá - "veículo novo".

Analogamente ao raciocínio aplicado para calcular a redução do custo com manutenção e com base nos valores de custo com combustível normalizado, coluna AF – Tabela 4.12, a substituição de um veículo com ano de fabricação 1992 pertencente a categoria automóvel pequeno de passageiros, apresentará as seguintes reduções de custo com combustível:

- No 1º ano de uso: é a diferença entre o custo de combustível normalizado no

- 1º ano de uso – R\$ 1.430,00 (um mil quatrocentos e trinta reais) e o custo de um veículo com oito anos de uso – ano de fabricação 1992 – R\$ 1.557,00 (um mil, quinhentos e cinquenta e sete reais), portanto, redução de R\$ 127,00;
- No 2º ano de uso: o veículo “novo” equivalerá a um veículo com dois anos de uso - custo de combustível normalizado R\$ 1.447,00 (um mil, quatrocentos e quarenta e sete reais), enquanto que o veículo “velho” estará equivalendo a um veículo com nove anos de uso – custo de combustível normalizado R\$ 1.576,00 (um mil, quinhentos e setenta e seis reais), logo, a redução de custo no segundo ano será R\$ 129,00 (cento e vinte e nove reais);
  - No 3º ano de uso: a economia será a diferença entre o custo de combustível normalizado de um veículo com dez anos de uso – R\$ 1.595,00 (um mil, quinhentos e noventa e cinco reais) e de um veículo com três anos de uso – R\$ 1.465,00 (um mil, quatrocentos e sessenta e cinco reais), portanto, R\$ 130,00 (cento e trinta reais). Para os demais anos aplica-se o mesmo procedimento.

Estendendo-se o raciocínio a todos os veículos que serão substituídos, calcula-se a redução total com o custo de combustível ano a ano para composição do fluxo de caixa.

#### **e) Ressarcimento de ICMS**

É o valor correspondente ao ressarcimento de ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços. Calcula-se aplicando a alíquota de ressarcimento ao montante para aquisição (compra) ou arrendamento mercantil com opção de compra (leasing) dos veículos novos.

No Estado do Paraná, sede da empresa objeto desse estudo de caso, a legislação estadual prevê alíquota de 12% para ressarcimento, devendo o valor resultante ser dividido em quarenta e oito parcelas mensais, ou seja, nos quatro primeiros anos do fluxo de caixa.

Voltando-se ao exemplo, substituição de um automóvel pequeno de passageiros com ano de fabricação 1992, temos que o valor para aquisição é de R\$ 12.800,00 – conforme definido no item 4.3.3, portanto:

- Ressarcimento do ICMS por mês:  $(12\% \times 12.800) / 48 = R\$ 32,00$ , logo, R\$ 384,00 por ano, nos quatro primeiros anos do fluxo de caixa.

Estendendo-se o raciocínio ao montante aplicado na aquisição dos veículos novos, tem-se o valor total de ressarcimento de ICMS.

#### **4.3.11.2 Saídas**

##### **a) Investimento para Aquisição**

É o montante necessário para aquisição dos veículos novos do lote de substituição. É calculado somando-se o valor dos veículos zero quilômetro que compõem o lote.

Nesse momento faz-se necessário que o analista do processo considere as formas de suprir o lote de substituição: aquisição dos veículos com recursos

próprios, arrendamento mercantil (leasing) ou locação de veículos. A empresa objeto desse estudo de caso, optou por aquisição com recursos próprios com desembolso no primeiro ano do fluxo de caixa.

Caso a análise leve a conclusão que a melhor alternativa financeira seja arrendamento mercantil (leasing), deve-se considerar:

- fator mensal de leasing para cálculo das contraprestações mensais - multiplicando-se esse fator pelo montante total do arrendamento, calcula-se a contraprestação mensal;
- indexador mensal para correção das contraprestações (TR – taxa referencial, dólar, etc.) - a correção é uma saída no fluxo de caixa ao longo do pagamento do arrendamento;
- opção de compra dos veículos ao final do arrendamento através do pagamento de valor residual. O valor residual é um percentual sobre o montante total do arrendamento (por exemplo: 1%, 5%, 10%, etc.). ;
- número de contraprestações mensais do arrendamento mercantil (24 meses, 36 meses, etc.);
- os valores gastos com o arrendamento mercantil são despesas no período, portanto, deve-se considerar o imposto de renda que “deixa-se” de pagar, aproximadamente 33% (trinta e três por cento) sobre essas despesas, como uma entrada no fluxo de caixa que chamamos "benefício fiscal sobre o leasing";
- caso haja opção de compra ao final do arrendamento, os veículos são incorporados ao patrimônio da empresa (imobilizados) com valor igual ao valor residual pago. Portanto, até que isso ocorra, não há depreciação

contábil desses veículos.

#### **b) Aumento do Custo com Depreciação Contábil**

É o acréscimo do custo com depreciação contábil calculado pela diferença entre a depreciação contábil que terão os veículos “novos” e a depreciação contábil que teriam os veículos substituídos – “velhos”.

Até dezembro de 1997 os veículos das concessionárias do serviço público de energia elétrica, conforme regulamentação da DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, depreciavam de acordo com sua atividade:

- geração térmica = 5% ao ano;
- distribuição de energia = 4% ao ano;
- geração hidráulica, transmissão, administração específica e demais instalações = 3% ao ano.

A depreciação calculada pelo método linear e os percentuais definidos pelo ofício circular nº 070/1980.

A Resolução nº 002 de 24/12/1997 da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, aprova a partir de 1º janeiro de 1999 a taxa anual de depreciação linear de 20% para veículos, procedendo-se o cálculo e a contabilização das quotas periódicas de depreciação, tomando por base os saldos contábeis registrados nas respectivas Unidades de Cadastro – UC.

Para simular o procedimento de cálculo, tomemos novamente um veículo da categoria automóvel pequeno de passageiros, ano de fabricação 1992, que esteja sendo substituído. Para tanto, faz-se necessário algumas



considerações:

- valor de aquisição (veículo zero quilômetro): R\$ 12.800,00 – conforme definido no item 4.3.3;
- veículos adquiridos no mês de janeiro;
- veículo utilizados na atividade de distribuição de energia.

Nos primeiros sete anos, de janeiro de 1992 à dezembro de 1998, a depreciação contábil calculada pelo método linear é de 4% ao ano (veículo utilizado em distribuição):  $4\% \times 12.800 = \text{R\$ } 512,00$  (quinhentos e doze reais). Portanto, a depreciação acumulada é:  $7 \times 512 = \text{R\$ } 3.584,00$  (três mil, quinhentos e oitenta e quatro reais). Logo, o valor líquido contábil é calculado pela diferença entre o valor de aquisição (valor de incorporação ao patrimônio) e a depreciação contábil acumulada:  $12.800 - 3.584 = \text{R\$ } 9.216,00$  (nove mil, duzentos e dezesseis reais).

A partir de janeiro de 1999 a depreciação contábil anual passa a ser 20% sobre o saldo contábil em dezembro de 1998, portanto,  $20\% \times 9.216 = \text{R\$ } 1.843,20$  (um mil, oitocentos e quarenta e três reais e vinte centavos). Portanto, o valor líquido contábil do veículo ao final de 1999 será:  $9.216 - 1.843,20 = \text{R\$ } 7.372,80$  (sete mil, trezentos e setenta e dois reais e oitenta centavos)

Como a partir de janeiro de 1999 todos os veículos da frota passaram a depreciar 20% ao ano, é importante notar que os saldos contábeis de dezembro de 1998 são zerados em dezembro de 2003.

Dissemos anteriormente que esse estudo de caso refere-se ao segundo semestre de 1999 com previsão de aquisição dos veículos em 2000. Supondo-se que a aquisição ocorra em janeiro de 2000, a depreciação contábil do

veículo “novo” será:  $20\% \times 12.800 = R\$ 2.560,00$  (dois mil, quinhentos e sessenta reais) e incidirá até dezembro de 2004 quando o valor líquido contábil torna-se nulo.

Portanto o acréscimo de depreciação será:

- No 1º ano de uso (2000):  $2.560,00 - 1.843,20 = R\$ 716,80$  (setecentos e dezesseis reais e oitenta centavos) – este valor repete-se até o 4º ano de uso (2003) quando o valor líquido contábil do veículo “velho” torna-se nulo;
- No 5º ano de uso (2004):  $2.560,00 - 0 = R\$ 2.560,00$  (dois mil, quinhentos e sessenta reais).

### **c) Aumento do Custo com IPVA**

É o acréscimo do custo com IPVA – Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores, Licenciamento e Seguro Obrigatório, calculado pela diferença entre os valores que serão pagos pelos veículos “novos” e os valores que seriam pagos pelos veículos “velhos”.

Para subsidiar o cálculo, deve-se recorrer a tabela do imposto divulgada pela Secretaria de Estado da Fazenda.

Voltando ao exemplo, substituição de um automóvel pequeno de passageiros com ano de fabricação 1992, temos os seguintes valores de acréscimo com IPVA, seguro obrigatório e licenciamento, com base na tabela do IPVA 2000 do Estado do Paraná:

- No 1º ano de uso:
  - veículo “novo”:
    - IPVA de um automóvel de passageiro marca Fiat modelo Uno, zero

quilômetro – ano de fabricação 2000: R\$ 450,00

- Seguro Obrigatório: R\$ 51,62
  - Taxa 1º Licenciamento: R\$ 43,30
  - Valor Total : R\$ 544,92
- veículo “velho”:
    - IPVA de um automóvel de passageiros marca Fiat modelo Uno, ano de fabricação 1992: R\$ 109,27
    - Seguro Obrigatório: R\$ 51,62
    - Licenciamento: R\$ 15,73
    - Valor Total: R\$ 176,62

Portanto, o acréscimo de custo no 1º ano de uso será a diferença entre o valor pago pelo veículo “novo” e o valor pago pelo veículo “velho”:  $544,92 - 176,62 = \text{R\$ } 368,30$  (trezentos e sessenta e oito reais e trinta centavos).

Para simular o acréscimo no 2º ano de uso o procedimento é análogo, porém, o veículo “novo” passa a ser equivalente a um veículo ano 1999 e o veículo “velho” equivalente a um veículo 1991.

Estendendo-se o raciocínio a todos os veículos que serão substituídos, é possível calcular o acréscimo dos custos com IPVA, licenciamento e seguro obrigatório.

#### 4.3.12 Conclusão do Estudo de Caso

O atual quadro de competitividade entre as empresas e a constante busca por melhores resultados, torna indispensável que o gestor de qualquer setor da organização tome decisões baseadas em fatos e dados.

Conforme apresentado, na área de transporte é possível que a sempre "polêmica" substituição de frota, seja subsidiada por metodologia baseada em critérios econômicos e técnicos. Isso contribui positivamente para os resultados financeiros da empresa, para o desempenho operacional da frota com conseqüentes ganhos de satisfação para empregados e consumidores.

Na empresa pesquisada, a aplicação de metodologia para subsidiar a substituição da frota ajudou a quebrar paradigmas sobre o assunto. A prática era substituir no máximo 10% da frota mesmo que mais veículos necessitassem ser substituídos.

Hoje, é possível ao gestor de transporte negociar melhor os recursos necessários a substituição da frota, mostrando técnica e economicamente os ganhos para a empresa.

Importante ressaltar que a aplicação de metodologias e análises dos resultados, somente é possível se a empresa contar com um sistema informatizado que forneça informações sobre a frota.

Outro ponto a destacar é o ganho de sinergia entre as áreas de transporte e financeira da empresa. Uma vez que o projeto envolve análises econômicas, deve haver comunicação entre essas duas áreas, como forma de consistir os resultados.

Finalmente pode-se concluir, que o êxito do projeto de substituição da frota, começa com um bom sistema de informações associado a uma metodologia bem elaborada para abordagem do problema, sendo também indispensável a experiência dos profissionais envolvidos na análise e interpretação dos resultados.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **5.1 Conclusões**

O atual cenário de alta competitividade entre empresas pertencentes aos mais variados setores da economia e a busca constante por melhores resultados, tem exigido que os gestores respaldem suas ações e decisões em fatos e dados, deixando de prevalecer somente o empirismo ou a experiência de alguns profissionais.

Sem dúvidas que ferramentas como metodologias e softwares por si só não são suficientes. A experiência dos profissionais é fundamental na correta utilização, interpretação e análise dos resultados.

Nas empresas prestadoras de serviços públicos como distribuição de energia, saneamento e telefonia, o novo cenário com mudanças na legislação prevendo a abertura de mercado, as privatizações, a economia mundial, a globalização e o aumento do nível de exigência dos clientes, está fazendo com que essas empresas também mudem conceitos. Assim, a eficiência dos processos, os custos e a qualidade dos produtos, passam a ser fatores de constante preocupação dos gestores.

Nesse contexto enquadram-se as áreas de transporte dessas empresas. Como dissemos anteriormente, dado o tamanho de suas frotas e a importância das mesmas na realização das tarefas, as empresas prestadoras de serviços públicos são muitas vezes chamadas de "empresas sobre rodas".

Para manter e operar essas frotas é desembolsado anualmente elevado volume financeiro. Não bastasse isso, também o investimento necessário à renovação da frota normalmente envolve valores elevados.

Com essa característica de ser estratégica para o negócio da empresa e envolver elevados montantes de custeio e investimento, torna-se indispensável que o gestor da frota tenha a sua disposição ferramentas que subsidiem suas decisões.

A metodologia proposta nesse trabalho vem de encontro a essa necessidade. Utilizando-se de critérios técnicos e econômicos a mesma é importante ferramenta na tomada de decisão sobre a renovação da frota. Com ela é possível obter um diagnóstico das necessidades de substituição da frota, com base nos dados reais dos custos de ter e manter a frota.

Os principais pontos a se destacar na metodologia proposta são:

- baseia-se em princípios econômicos e matemáticos já aplicados em outras metodologias do gênero – isso confere maior confiabilidade uma vez que não se está tentando “reinventar a roda”;
- divide a frota em categorias com similaridades de características – isso contribui para melhoria dos resultados uma vez que leva em consideração peculiaridades de cada tipo de veículo;
- baseia-se em dados reais dos custos de ter e manter relativos ao período de 12 meses que antecede à data do estudo – isso reduz a influência de fatores inflacionários e de reajustes de preços de peças e mão-de-obra;
- trabalha com ajustamento de curvas na determinação da tendência dos

custos – isso permite que a empresa não necessite esperar vários anos para composição do histórico do custo de manutenção;

- no ponto econômico de substituição aponta três parâmetros para seleção dos veículos que irão compor o lote econômico de substituição: custo por quilômetro, ano de fabricação e quilometragem acumulada – isso flexibiliza e torna mais abrangente a composição do lote.

Conclui-se que a metodologia proposta associada ao fluxo de caixa ilustrado no Capítulo 4 possibilita que o gestor elabore o lote de substituição baseando-se em critérios pré-estabelecidos e que visualize as consequências econômicas relacionadas às características do lote de substituição e à forma de captar os recursos financeiros necessários.

Com isso, ao pleitear os recursos necessários às necessidades de renovação da frota, o gestor tem maior facilidade de argumentação e maior possibilidade de êxito, pois está melhor respaldado. O assunto flui naturalmente entre as áreas de transporte e financeira e, ao final do processo, o ganho é da empresa.

**Nota:** Conforme comentado no Capítulo 3 – item 3.9.1, é importante que a empresa confronte os resultados obtidos através da aplicação da metodologia proposta naquele capítulo, com os resultados obtidos através das metodologias que trabalham com histórico dos custos de manutenção.

Essa análise permitirá que a empresa avalie se as metodologias levam a resultados similares, podendo nesse caso optar por aquela de maior facilidade de aplicação, ou, definir qual a metodologia que melhor se

ajusta à realidade de sua frota.

## **5.2 Recomendações**

A maioria das empresas prestadoras de serviços que passaram ou que estão passando por processos de reestruturação, têm, na nova estrutura, uma área de logística e dentro dessa, uma equipe de transporte responsável pela gestão da frota.

A área de logística fica responsável por vários outros processos, além de transporte. O gerente dessa área não é necessariamente um especialista em frota e sim, um gerente com uma visão global necessária ao vasto leque de processos que a logística engloba. Os especialistas nos diversos assuntos, devem estar nas equipes.

Nas antigas estruturas dessas empresas, as áreas de transporte constituíam departamentos, podendo, num primeiro momento, aparentar que perderam força nas novas estruturas. Na verdade, o que está ocorrendo é a horizontalização dessas empresas, diminuindo-se os níveis gerenciais e tornando os processos mais ágeis ao aproximar a base da estrutura à alta direção.

Portanto, nesse momento é fundamental que dentro de uma visão global e de cooperação mútua, com vistas ao melhor resultado da organização, cada profissional e cada estrutura cumpra o seu papel.

Conforme dissemos anteriormente, alguns temas relacionados à área de transporte, apesar de discutidos com relativa frequência, ainda geram dúvidas e contradições. Nesse sentido, recomenda-se que dentro da mesma linha de pesquisa e desenvolvimento desse trabalho, estude-se outros temas de igual



importância para a área, quais sejam:

- O primeiro tema que se recomenda é uma continuação do presente trabalho. Propõe-se estudo estatístico e matemático que analise qual o índice de confiabilidade dos resultados obtidos de acordo com o tamanho da frota (ou categoria) – quantidade de veículos, que tenham sido tomados como base para composição dos dados;
- O segundo tema que se recomenda diz respeito ao dimensionamento e adequação das frotas das empresas prestadoras de serviço. Hoje, com a apuração dos custos operacionais e o constante esforço em reduzi-los, torna-se importante responder à questão relativa as quantidades e os tipos de equipamentos de transporte que devem compor a frota, analisando-se o nível de utilização dos mesmos e as implicações operacionais;
- Outro tema que apesar de estar sendo debatido há tempo, porém ainda carece de uma melhor análise, é a questão relativa a frota ser própria ou contratada. Um trabalho dessa natureza deve estudar a questão desde a forma de captar os recursos financeiros: recursos próprios, financiamento, leasing, etc., até a forma de composição a ser adotada: frota 100% própria?, frota 100% contratada? ou parte própria com parte contratada?
- Finalmente, o quarto tema proposto é uma forma de quebrarmos um paradigma. Dissemos anteriormente que normalmente a frota é vista como fonte geradora de custos e problemas. Sem dúvidas que como qualquer outro setor, existem os custos e os "problemas" inerentes a função. Propõe-se pesquisa e desenvolvimento que aborde os equipamentos de transporte, enfim a frota, não somente como um "centro de custos", mas também como

um "centro de resultados". Hoje já conseguimos medir os custos dos equipamentos e consequentemente da frota, após a pesquisa, poderemos medir os seus resultados. Teremos um saldo positivo?

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (01) BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1993.
- (02) BARBOSA, Fernando de Holanda. **Microeconomia: Teoria, Modelos Econométricos e Aplicação à Economia Brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1985.
- (03) BARRETO, José Renato Ferreira. **Indicadores da Função Transporte para Empresas de Utility: Um Estudo de Caso**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1999.
- (04) BILAS, Richard A. **Teoria Microeconômica: Uma Análise Gráfica**. Rio de Janeiro, 1973.
- (05) BORNIA, Antonio Cezar. **Custos Industriais**. Florianópolis: UFSC, 1997.
- (06) BORNIA, Antonio Cezar. **Mensuração e Perdas dos Processos Produtivos: Uma Abordagem Metodológica de Controle Interno**. Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1995.
- (07) CAMPOS, Ladislau Borges. **Cálculo Numérico**. Curitiba, 1983.
- (08) CASAROTTO, Nelson Filho, KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Editora Atlas, 1994.
- (09) CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégias para a Redução de Custos e Melhoria dos Serviços**. São Paulo: Editora Pioneira, 1997.

(10) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Renovação de Equipamentos de Transporte.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1993.

(11) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Pesquisa da Função Transporte.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1994.

(12) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Qualidade em Serviços de Transporte.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1993.

(13) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Frota Própria e/ou Contratada.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1993.

(14) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Manutenção Própria ou Contratada.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1995.

(15) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Indicadores Gerenciais de Transporte.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1994.

(16) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Custo Operacional da Frota.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1994.

(17) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Adequação de Frota.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1996.

(18) COGE - STR, Comitê de Gestão Empresarial - Subcomitê de Transportes. **Dimensionamento de Frota.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 1993.

(19) DIAS, Marco Aurélio P. **Transportes e Distribuição Física.** São Paulo: Editora Atlas S.A., 1987.

(20) HENDERSON, James M., QUANDT, Richard E. **Toria Microeconômica - Uma Abordagem Matemática.** São Paulo: Editora Pioneira, 1976.

- (21) HESS, Geraldo, MARQUES, José Luiz de Moura, PAES, Luiz Carlos Medeiros da Rocha, PUCCINI, Abelardo de Lima. **Engenharia Econômica**. São Paulo: DIFEL, 1975.
- (22) KAPLAN, Daniel I., RIESER, Carl. **Qualidade Total na Prestação de Serviços**. São Paulo: Editora Nobel, 1996.
- (23) KAPLAN, Robert S., COOPER, Robin. **Custo e Desempenho**. São Paulo: Editora Futura, 1998.
- (24) LAZZARI, Carlos Flores, WITTER, Ilton Roberto da Rosa. **Nova Coletânea de Legislação de Trânsito**. Porto Alegre: Editora Afiliada, 1997.
- (25) MALANOS, George. **Teoria Econômica**. Rio de Janeiro: Fórum Editora, 1969.
- (26) MERCEDES BENZ. **Administração do Transporte de Cargas - Controle de Custos Operacionais**. Gerência de Marketing, 1988.
- (27) MERCEDES BENZ. **Administração do Transporte de Cargas - Renovação de Frota**. Gerência de Marketing, 1988.
- (28) NEMMERS, Erwin Esser. **Economia das Empresas**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1972.
- (29) OLIVEIRA, Juarez. **Código de Trânsito Brasileiro - A Lei Nº 9.503, de 23-09-1997 (CTB)**. Editora Oliveira Mendes, 1997.
- (30) PINTO, Alan Kardec, NASCIF, Júlio. **Manutenção - Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

- (31) REVISTA CARGA E TRANSPORTE. Nºs.: **101 e 104**. Editora Técnica Especializada. São Paulo - SP.
- (32) REVISTA QUATRO RODAS. **Diversos Números**. São Paulo: Editora Abril.
- (33) REVISTA TRANSPORTE MODERNO. Nº.: **305**. OTM Editora Ltda. São Paulo - SP.
- (34) SAKURAI, Michiharu. **Gerenciamento Integrado de Custos**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1997.
- (35) SILVA, Edna Lúcia, MENEZES, Eстера Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2000.
- (36) SUPLEMENTO DA REVISTA TRANSPORTE MODERNO - CUSTOS E FRETES. Nºs.: **20 e 30**. São Paulo: OTM Editora Ltda.
- (37) SWOKOWSKI, Earl W.. **Cálculo com Geometria Analítica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.
- (38) VACA, Oscar C. L. **Política para Substituição da Frota de Transporte Rodoviário de Cargas**. Florianópolis, 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1989.
- (39) VALENTE, Amir Mattar, PASSAGLIA, Eunice, NOVAES, Antonio Galvão. **Gerenciamento de Transportes e Frotas**. São Paulo: Editora Pioneira, 1997.
- (40) VOLKSWAGEN. **Organização e Administração de Frotas. Capítulo IV - Renovação**. São Paulo, 1987.
- (41) SITE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL.  
**[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)**

(42) SITE DA FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS - FIPE. **[www.fipe.com.br](http://www.fipe.com.br)**

(43) SITE DA SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL. **[www.receita.fazenda.gov.br](http://www.receita.fazenda.gov.br)**

(44) SITE DA SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA - PARANÁ. **[www.pr.gov.br/sefa](http://www.pr.gov.br/sefa)**